



**TUGAS AKHIR - TL141584**

# **PEMBUATAN GIPSUM DENTAL DARI LIMBAH ORGANIK (CANGKANG KERANG) : EFEK RASIO SERBUK - AIR**

**TRI APRILINA KURNIASARI**  
**NRP 2711 100 052**

**Dosen Pembimbing**  
**Yuli Setiyorini, S.T., M.Phill**  
**Dr. Agung Purniawan, S.T., M.Eng**

**JURUSAN TEKNIK MATERIAL DAN METALURGI**  
**Fakultas Teknologi Industri**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2016**



**FINAL PROJECT - TL141584**

# **DEVELOPMENT OF DENTAL GYPSUM FROM BIOWASTE (SEASHELL) : EFFECT OF RATIO POWDER - WATER**

Tri Aprilina Kurniasari  
NRP 2711 100 052

Supervisor  
Yuli Setiyorini, S.T., M.Phill  
Dr. Agung Purniawan, S.T., M.Eng

MATERIALS AND METALLURGICAL ENGINEERING  
Faculty of Industrial Technology  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2016

# **Pembuatan Gypsum Dental dari Limbah Organik (Cangkang Kerang) : Efek Rasio Serbuk - Air**

## **TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelara Sarjana Teknik Material Dan Metalurgi**

**Pada**

**Bidang Studi Material Inovatif  
Jurusan Teknik Material Dan Metalurgi  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya**

**Oleh :**

**TRI APRILINA KURNIASARI**

**NRP. 2711 100 052**

**Disetujui oleh Tim Pembimbing Tugas Akhir :**

**Yuli Setiyorini, ST., M.Phil.....(Pembimbing 1)**

**Dr. Agung Purniawan, S.T., M.Eng.....(Pembimbing 2)**



## **Pembuatan Gypsum Dental dari Limbah Organik (Cangkang Kerang) : Efek Rasio Serbuk - Air**

**Nama** : Tri Aprilina Kurniasari  
**NRP** : 2711 100 052  
**Jurusan** : Teknik Material dan Metalurgi  
**Dosen Pembimbing** : Yuli Setiyorini, S.T., M.Phil  
Dr. Agung Purniawan, S.T., M.Eng

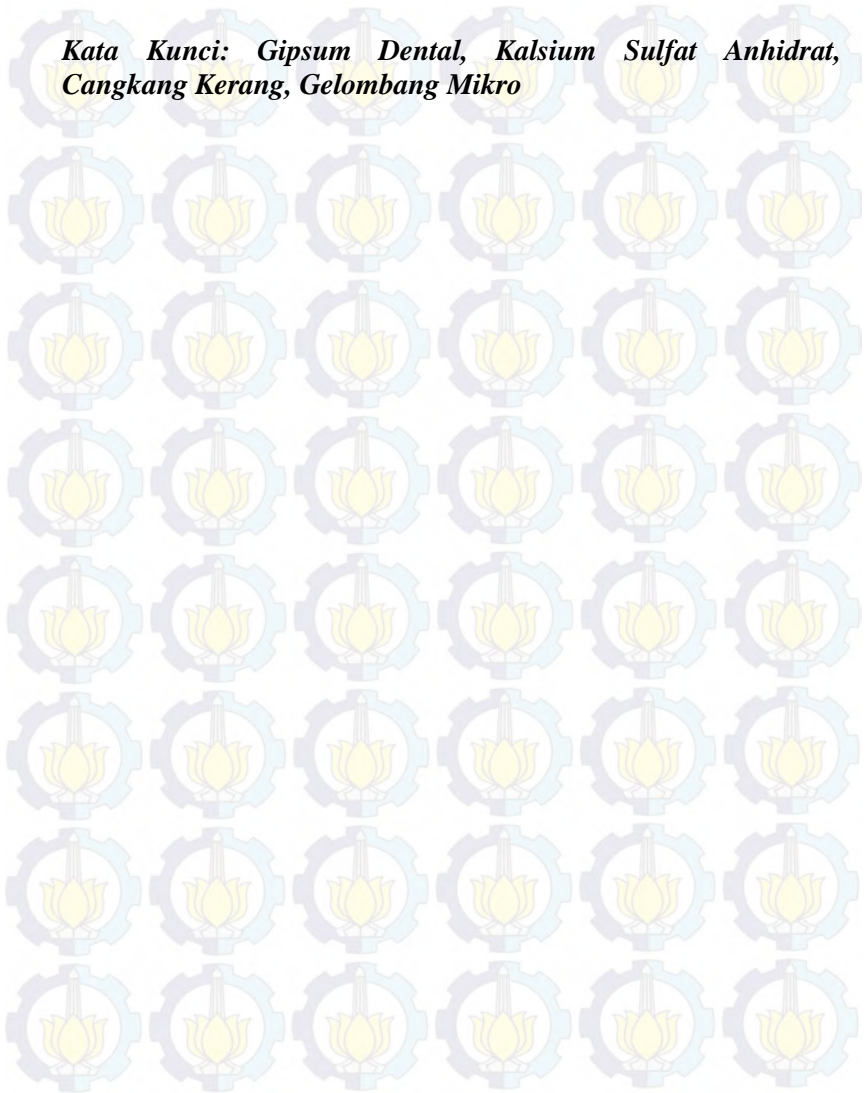
### **Abstrak**

Pembuatan gipsum dental merupakan salah satu contoh replika model gigi tiruan. Pada penelitian ini pembuatan gipsum dental dengan menggunakan limbah organik, yakni limbah cangkang kerang. Dental gipsum merupakan bahan gipsum yang memiliki unsur kimia kalsium sulfat. Pada pembuatan  $\text{CaSO}_4$  (kalsium sulfat anhidrat) dilakukan dengan menggunakan radiasi gelombang mikro. Proses radiasi gelombang mikro pada serbuk cangkang kerang dilakukan dengan variasi daya, waktu, dan massa untuk menghasilkan kalsium sulfat anhidrat. Berdasarkan hasil FTIR, sehingga dapat diperoleh gugus fungsi yang terbentuk dalam suatu material. Hasil FTIR menunjukkan adanya peak yang tajam, yang mengindikasikan gugus fungsi anhidrat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) dengan massa 50 gram menggunakan daya 540 watt selama 75 menit.  $\text{CaSO}_4$  yang dihasilkan digunakan untuk pembuatan material dental gipsum dengan menggunakan variasi rasio serbuk gipsum anhidrat - air. Hasil morfologi dental gipsum dari semua parameter memperlihatkan hasil struktur mikro yang bervariasi. Morfologi yang terbentuk sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat yang dimiliki oleh dental gipsum. Dari keseluruhan hasil waktu setting menunjukkan 1 menit, dimana sesuai batas waktu standard waktu setting. Pada water absorption yang masih berada dibawah standard yaitu 1 menit. Keunggulan dari semua parameter memiliki temperatur setting dibawah  $35.9^\circ\text{C}$ . *Compressive strength* yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh efek rasio serbuk gipsum anhidrat dan air. Dari hasil keseluruhan dari uji kuat tekan menunjukkan bahwa semua sampel memiliki kekuatan tekan dibawah  $26.66 \text{ kg/cm}^2$ .

Terdapat empat sampel yang memiliki kekuatan tekan yang memenuhi standar, yaitu sampel 6, 7, 8, dan 9. Dari

keseluruhan parameter sampel, sampel yang sesuai dengan sifat dental gipsium adalah parameter sampel dengan kode 6, 7, 8, dan 9.

***Kata Kunci: Gypsum Dental, Kalsium Sulfat Anhidrat, Cangkang Kerang, Gelombang Mikro***





## **Development of Dental Gypsum From Biowaste (Seashell) : Effect of Ratio Powder - Water**

**Nama** : Tri Aprilina Kurniasari  
**NRP** : 2711 100 052  
**Jurusan** : Teknik Material dan Metalurgi  
**Dosen Pembimbing** : Yuli Setiyorini, S.T., M.Phil  
Dr. Agung Purniawan, S.T., M.Eng

### **Abstract**

The manufacture of dental gypsum is one of replica denture model. In this research, the manufacture of dental gypsum used the organic waste, namely shell. Gypsum dental is a gypsum substance which has calcium sulfate compound. To make  $\text{CaSO}_4$ , or anhydrate calcium sulfate, microwave radiation. The microwave radiation process towards shell powder was done with the variation of power, time, and mass to gain anhydrate calcium sulfate based on the FTIR result, therefore the cluster function formed in the compound could be gained. The FTIR result showed the sharp peak, which indicated the cluster function of anhydrate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) with mass of 50 grams using 540 watt for 75 minutes long.  $\text{CaSO}_4$  gained was used for manufacture of gypsum dental material by means of anhydrate gypsum powder – water ratio variation. The morphological result of gypsum dental of all parameters showed the varied microstructure result. The formed morphological result affected the properties of gypsum dental so much. The setting time result showed 1 minute long, which is convenient as setting time standard limit. The result of water absorption showed that it is still substandard, namely 1 minute long. The eminency of all parameters has setting temperature below  $35.9^\circ\text{C}$ . The gained compressive strength was affected by the anhydrate gypsum powder – water ratio effect. The result of compressive strength test showed that all samples had the compressive strength under the  $26.66 \text{ kg/cm}^2$ . There were 4 samples which had standard compressive strength, namely sample 6, 7, 8, and 9. The sample which is suitable for gypsum dental's properties were the sample parameter with the code 6, 7, 8, and 9.

**Keywords:** *Dental Gypsum, Calcium Sulfate Anhydrate, Seashell, Microwave*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, anugerah, serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **Pembuatan Gypsum Dental dari Limbah Organik Cangkang Kerang** : Efek Rasio Serbuk - Air. Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat kelulusan mahasiswa di Jurusan Teknik Material dan Metalurgi Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, Tugas Akhir ini tidak dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah memberi dukungan, bimbingan, dan kesempatan kepada penulis hingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan berikut:

1. Allah SWT karena dengan rahmat dan kuasa-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan tepat waktu.
2. Orang tua dan kakak penulis, Bapak (Alm) Maryono,S.St.Par dan Ibu Maryati,Ba, serta Frima Maharani,S.St.Par,M dan Dwi mulianawati,S.Sos yang selalu memberi dukungan, semangat, doa, perhatian, serta kasih sayang kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Rengga Destyan Rachmat Dhana Ichayat yang selalu memberi dukungan, semangat, doa, perhatian, serta kasih sayang kepada penulis.



4. Bapak Dr. Agung Purniawan, S.T.,M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Material dan Metalurgi FTI – ITS dan juga selaku dosen pembimbing penulis.
5. Ibu Yuli Setiyorini, ST., M.Phill selaku dosen pembimbing penulis di Jurusan Teknik Material dan Metalurgi FTI - ITS.
6. Bapak Dr. Lukman Noerochiem,ST, M.Sc.Eng selaku Koordinator Tugas Akhir di Jurusan Material dan Metalurgi FTI – ITS.
7. Bapak Ir. Moh Farid,DEA selaku dosen wali penulis di Jurusan Teknik Material dan Metalurgi FTI-ITS
8. Bapak dan Ibu dosen maupun karyawan di Jurusan Teknik Material dan Metalurgi yang memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis.
9. Teman-teman MT 13 dari Jurusan Teknik Material dan Metalurgi 2011 yang telah memberikan dukungan dan motivasi.
10. Diana,Rosta, dan Frizka yang telah menyemangati penulis sehingga berhasil menyelesaikan Tugas Akhir

Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak yang membaca serta dapat dijadikan acuan penelitian selanjutnya. Penulis juga menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini, sehingga penulis sangat menerima kritik dan saran dari para pembaca yang dapat membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Surabaya, Januari 2016

Penulis,

**Tri Aprilina Kurniasari**

**2711100052**



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
TITLE PAGE.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1. 2. Rumusan Masalah.....	3
1. 3. Batasan Masalah.....	3
1. 4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Dental Gypsum.....	5
2.1.1. Plaster (Tipe II) .....	5
2.1.2. Dental Stone (Tipe III) .....	6
2.1.3. Dental Stone, Kekuatan tinggi (Tipe IV).....	6
2.1.4. Perbandingan dan Aplikasi Gypsum.....	8
2.2. Kelebihan dan Kekurangan Tipe Dental.....	10
2.3. Kalsium Sulfat.....	11
2.3.1. Metode Pembuatan Kalsium Sulfat.....	11
2.4. Kalsium Sulfat Anhidrat.....	13
2.4.1. Sifat Kalsium Sulfat Anhidrat.....	13
2.5. Cangkang Kerang.....	15
2.6. Gelombang Mikro (Microwave).....	16
2.6.1. Metode Gelombang Mikro dalam Kimia Organik.....	18
2.6.2. Prinsip Dasar Mekanisme Reaksi Dengan Metode Gelombang Mikro.....	19
2.6.3. Perbandingan Metode Radiasi Gelombang Mikro dan Metode Lain.....	21

<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>25</b>
3.1. Bahan.....	25
3.2. Alat.....	25
3.3. Diagram Alir Penelitian.....	27
3.4.    Prosedur Penelitian.....	28
3.4.1 Preparasi Cangkang Kerang.....	28
3.4.2 Proses Crushing.....	28
3.4.3 Proses Pembuatan gypsum .....	28
3.4.4 Proses Pemanasan Secara Non Konvensional....	29
3.4.5. Proses Pembuatan Dental Gypsum .....	29
3.4.6. Pengujian.....	30
3.5. Rancangan Penelitian.....	34
<b>BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>35</b>
4.1. Pembuatan Gypsum Anhidrat.....	35
4.1.1. Analisa Temperatur Serbuk Gypsum Anhidrat..	35
4.1.2. Analisa FTIR Serbuk Gypsum Anhidrat.....	36
4.1.3. Analisa Perhitungan Persen Yield Serbuk Gypsum Anhidrat.....	41
4.1.4. Analisa Perhitungan Densitas dan Solubilitas....	43
4.2. Dental Gypsum....	44
4.2.1. Analisa Hasil FTIR Dental Gypsum.....	44
4.2.2. Analisa Morfologi.....	49
4.2.3. Analisa Perhitungan Temperatur dan Waktu Setting.....	62
4.2.4. Analisa Sifat Mekanik.....	65
4.2.5. Analisa Hasil Perhitungan Water Absorbtion ...	67
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>71</b>
5.1 Kesimpulan.....	71
5.2 Saran.....	72
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>xix</b>
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>BIODATA PENULIS</b>	

## Daftar Gambar

Gambar 2.1	Gambaran bentuk kristal dental.....	18
Gambar	2.2. Jumlah publikasi sintesis anorganik dan organik dengan gelombang mikro....	19
Gambar	2.3. Pergerakan molekul dipolar teradiasi gelombang mikro.....	20
Gambar	2.4. Grafik profil temperatur etanol setelah satu menit dipanaskan dengan gelombang mikro dan dengan pemanasan konvensional.....	22
Gambar 3.1.	Diagram Alir Penelitian.....	27
Gambar 4.1.	Hasil dari analisa FTIR gipsum anhidrat dengan daya 540.....	37
Gambar 4.2.	Hasil dari analisa FTIR gipsum anhidrat dengan daya 720 watt.....	38
Gambar 4.3.	Hasil dari analisa FTIR gipsum anhidrat dengan daya 900.....	38
Gambar 4.4.	Hasil FTIR Dental Gypsum II dengan variasi air: a. 0.45 ml b. 0.47 ml c. 0.50 ml.....	45
Gambar 4.5.	Hasil FTIR Dental Gypsum III dengan variasi air : a. 0.28 ml b. 0.29 ml c. 0.30 ml .....	45
Gambar 4.6.	Hasil FTIR Dental Gypsum IV dengan variasi air : a. 0.22 ml b. 0.23 ml c. 0.24 ml .....	46
Gambar	4.7. Hasil Pengujian SEM dental gipsum pada permukaan.....	51
Gambar	4.8. Hasil Pengujian SEM dental gipsum pada penampang.....	53
Gambar 4.9.	Persebaran Unsur Kalsium (Warna Biru) Pada Dental Gypsum.....	55



Gambar 4.12.Spektrum EDX Dental Gypsum (DG) yang telahdiradiasi gelombangmikropadadaya 540 watt 75 menitdenganmassa gram.....	61
Grafik 4.13.GrafikTemperatur Dental Gypsum .....	63
Grafik 4.14.GrafikWaktu Dental Gypsum.....	64
Grafik 4.15.Grafik Compressive Strength.....	66
Grafik 4.16.Grafik Water Absorption.....	68



## Daftar Tabel

Tabel 2.1. Perbandingan Kekuatan Kompres dan Rasio Air - Serbuk.....	8
Tabel 2.2. Aplikasi Gypsum Penelitian Sebelumnya.....	9
Tabel 2.3. Sifat CaSO <sub>4</sub> menurut MSDS .....	14
Tabel 2.4. Sifat Kalsium Sulfat Anhidrat.....	14
Tabel 2.5. Aplikasi Kalsium Sulfat Anhidrat di Bidang Medis.....	15
Tabel 2.6. Jenis Cangkang Kerang dan Kalsium .....	16
Tabel 2.7. Metode Pengembangan Microwave dalam Pengaplikasian Yang Berbeda.....	22
Tabel 3.1. Perbandingan Rasio Powder dengan Air.....	30
Tabel 3.2. Pembuatan variasi dental gypsum.....	34
Tabel 4.1. Temperatur Endapan Gypsum Anhidrat yang Diradiasi Gelombang Mikro dengan Variasi Waktu, Massa, dan Daya.....	36
Tabel 4.2. Absorpsi IR (cm <sup>-1</sup> ) serbuk gipsum anhidrat dengan daya input 540 watt dan variasi massa dan waktu .....	39
Tabel 4.3. Absorpsi IR (cm <sup>-1</sup> ) serbuk gipsum anhidrat dengan daya input 720 watt dan variasi massa dan waktu.....	39
Tabel 4.4. Absorpsi IR (cm <sup>-1</sup> ) serbuk gipsum anhidrat dengan daya input 900 watt dan variasi massa dan waktu .....	40
Tabel 4.5. Hasil Analisa Persentase Yield.....	43
Tabel 4.6. Perhitungan Densitas, Solubilitas, dan Berat Molekul.....	44
Tabel 4.7. Absorpsi IR (cm <sup>-1</sup> ) Dental Gypsum dengan Variasi Rasio Serbuk - Air Gypsum Anhidrat.....	48



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Model gigi tiruan merupakan contoh replika dari rongga mulut. Beberapa pembuatan model gigi tiruan dilakukan dengan cara menuangkan gipsium kedalam cetakan. Model gigi tiruan dibedakan menjadi dua, yaitu model studi dan model kerja. Model gigi tiruan sebagai model studi menggunakan gipsium yang memiliki kekerasan yang lebih rendah, sedangkan model gigi tiruan sebagai model kerja menggunakan gipsium yang memiliki kekerasan lebih tinggi. Adapun alternative yang digunakan dalam pembuatan model gigi dengan menggunakan gypsum adalah dengan menggunakan bahan baku lokal. Proses pembuatan dengan menggunakan bahan baku lokal yang bisa digunakan untuk pengganti gypsum cukup beragam. Seperti dari gypsum limbah pabrik ataupun limbah organik. Limbah organik yang memiliki potensi dapat diolah dalam pembuatan gypsum adalah limbah yang memiliki kandungan kalsium tinggi. Misalnya saja material dari kulit telur, tulang sapi, tulang ikan, dan cangkang kerang. Pada penelitian ini proses pengolahan gypsum menggunakan bahan lokal dari cangkang kerang.

Menurut spesifikasi ADA (*American Dental Association*) No. 25, dental gypsum di bidang kedokteran memiliki 5 tipe yaitu tipe I, II, III, dan IV. Tetapi tipe-tipe dental yang sering dipakai adalah tipe II, III, dan IV. Model plaster (Tipe II) memiliki kekuatan  $1.300 \text{ lb/inchi}^2$  dan berwarna putih. Sifat fisik model plaster (Tipe II) diantaranya partikel tidak teratur, kasar, berpori, dan membutuhkan lebih banyak air daripada partikel dental stone. *Dental Stone* (Tipe III) memiliki kekuatan  $3.000 \text{ lb/inchi}^2$  dan berwarna kuning. Sifat fisik diantaranya partikel biasa, bentuknya lebih seragam, kurang berpori, sedikit air daripada plaster. *Dental Stone, High-Strength* (Tipe IV) ini memiliki kekuatan  $3.000 \text{ lb/inchi}$  kuadrat dan berwarna pink / hijau. Sifat fisik diantaranya yaitu partikel halus, bentuknya





lebih seragam, berpori (lebih padat), dan paling sedikit air. Secara khusus gipsum dental yang digunakan untuk kepentingan klinis harus memiliki kekuatan kompresi yang tinggi dan resistensi terhadap fraktur dan abrasi. Adapun beberapa karakteristik dental gipsum meliputi, perubahan dimensi, kekuatan kompresi, rasio W/P, dan *setting time*.

Pada penelitian ini menggunakan proses daur ulang limbah dengan bahan baku lokal berupa cangkang kerang dengan menggunakan alternatif radiasi gelombang mikro yang dapat memberikan nilai positif pada proses percepatan reaksi suatu material. Dengan menggunakan variasi daya input radiasi gelombang mikro, komposisi massa yang masuk serta waktu yang dibutuhkan dalam menghasilkan gypsum. Hasil dari proses pengolahan daur yang sudah berupa gypsum tersebut akan digunakan sebagai bahan baku pembuatan *dental gypsum*.

Dental gipsum merupakan bahan gipsum yang memiliki unsur kimia kalsium sulfat. Kalsium sulfat memiliki tiga kategori yaitu hemihidrat, dihidrat, anhidrat. Pada pembuatan kalsium sulfat dilakukan beberapa metode seperti metode hemihidrat, metode dihidrat, dan metode anhidrat. Metode hemihidrat secara umum yaitu gipsum dalam bentuk dihidrat dari kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), kemudian ketika dipanaskan pada suhu  $< 200^\circ\text{C}$ , akan kehilangan 1,5 g mol dari 2 mol  $\text{H}_2\text{O}$  dan dikonversikan menjadi kalsium sulfat hemihidrat ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ ). Metode dihidrat secara umum yaitu ketika kalsium sulfat hemihidrat dicampur dengan air, reaksi sebaliknya akan terjadi, sehingga kalsium sulfat dikonversikan kembali ke kalsium sulfat dihidrat. Metode anhidrat secara umum ada dua cara yaitu pertama dengan pemanasan  $< 200^\circ\text{C}$ , menghasilkan kalsium sulfat hexagonal yang disebut “*soluble anhydrite*” ( $\text{CaSO}_4$ ). Kedua dengan pemanasan  $> 200^\circ\text{C}$ , menghasilkan kalsium sulfat ortorombik yang disebut “*insoluble anhydrite*” ( $\text{CaSO}_4$ ).

Dalam penelitian ini akan difokuskan pada pembuatan serbuk gypsum anhydrate yang berasal dari limbah cangkang





kerang dengan menggunakan bantuan radiasi gelombang mikro yang dipengaruhi oleh parameter daya, waktu radiasi dan massa. Dari parameter tersebut, hasil serbuk gypsum anhydrate yang terbaik akan dipilih sebagai bahan baku pembuatan dental gypsum dengan menggunakan parameter variasi serbuk dan air.

### **1. 2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mekanisme pembuatan serbuk gipsum anhidrat yang berasal dari limbah cangkang kerang dengan menggunakan radiasi gelombang mikro dengan variasi parameter daya, waktu radiasi dan massa.
2. Bagaimana pengaruh rasio campuran antara gipsum dengan air (aquades) terhadap sifat mekanik dan *setting time*.

### **1. 3. Batasan Masalah**

Agar diperoleh hasil akhir yang baik dan sesuai dengan yang diinginkan serta tidak menyimpang dari permasalahan yang ditinjau, maka batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengaruh dari lingkungan seperti perubahan temperatur dan kelembapan diabaikan
2. Pengaruh impuritis pada dental gipsum diabaikan karena kandungan dari impuritis sangat kecil.

### **1. 4. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari diadakannya penelitian ini adalah :  
Menganalisa pengaruh rasio campuran antara gypsum dengan air (aquades) terhadap sifat mekanik dan *setting time*.



### 1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat sebagai pengembangan ilmu dibidang medis khususnya kedokteran gigi dalam pemilihan *dental plaster / stone* buatan lokal. Selain itu, penelitian ini dapat memberikan informasi kepada masyarakat tentang pengolahan limbah cangkang kerang.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Dental Gypsum

Gypsum adalah salah satu batuan mineral yang dapat ditambang dan ada diberbagai belahan dunia. Kata „gypsum“ atau gipsum sendiri berasal dari bahasa Yunani yang berarti „memasak“ dimana lebih memiliki maksud pada mineral bakaran atau yang melalui proses kalsinasi. Dental gipsum merupakan bahan gipsum yang memiliki unsur kimia  $\text{CaSO}_4$ . Spesifikasi American Dental Association (ADA) No. 25, produk dental gipsum dapat dikelompokkan menjadi lima tipe yaitu tipe I, II, III, IV dan V. Akan tetapi yang paling umum digunakan adalah tipe II, III, dan IV. Ada tiga jenis produk gipsum yang digunakan dalam bidang kedokteran gigi, di antaranya *model plaster*, *dental stone*, dan *high strength dental atau die stone*.

#### 2.1.1. Plaster (Tipe II)

Serbuk kristal pada tipe ini tidak beraturan (irregular) dan berporous secara natural, dan dikenal dengan nama alpha hemihidrat. Secara fisik dapat dilihat sebagai mineral putih yang mampu menyerap air hingga mencapai maximum 50% dalam 100 gram serbuk. Kelebihan jumlah air yang terserap di dalam struktur gipsum akan menguap, dan sebagai dampaknya terjadi penurunan densitas dan penurunan kekuatan (*strength*) gipsum.

Salah satu alasan plaster terus tetap digunakan dalam dunia kedokteran gigi (*orthodontic*) disebabkan permukaan yang halus yang dihasilkan pada produk gipsum. Sifat inilah yang mendasari penggunaan gipsum sebagai model sculpting dan model trimming, dengan hasil yang presisi dan akurat. Di sisi lain, sifat porous dalam struktur gipsum akan menyebabkan kegetasan (*brittle*) yang berdampak terhadap penurunan sifat mekaniknya (Benton, 1992). Pada tipe II ini ditemukan senyawa anhidrat alami yang memiliki struktur ortorombik (Dear WA dkk, 1993).





### 2.1.2. Dental Stone (Tipe III)

Dikenal sebagai dental stone atau dental gipsium tipe III, dengan kandungan air yang lebih sedikit. Gypsum kristal pada tipe ini memiliki struktur yang lebih reguler dengan porositas yang berkurang. Serbuk kristal pada tipe ini lebih teratur dengan berkurangnya porositas. Pada tipe ini memiliki rasio air sekitar 30 gram dalam 100 gram serbuk. Hal ini akan berdampak pada struktur yang lebih padat (*denser*) serta lebih kuat dibandingkan dengan produk tipe II, akan tetapi memiliki kecenderungan lebih banyak mengalami kegagalan (*fracture*).

Beberapa riset secara klinis menyatakan bahwa model rekonstruksi orthodontic sangat berguna untuk menganalisa kerusakan dan kehilangan gigi sehingga memudahkan dalam perlakuan treatment pasien (Kuntoro dkk, 2014). Selama proses treatment berlangsung, model konstruksi ini tetap disimpan hingga proses treatment selesai. Berdasarkan model-model konstruksi yang telah dibuat ini bertujuan untuk melihat kemajuan (*progress*) treatment bagi pasien. Oleh karenanya bahan tipe III ini harus memiliki sifat mekanik (kekuatan) yang bagus, hal ini dikarenakan proses penyimpanan bisa memakan waktu 2 - 4 tahun masa treatment (Benton, 1992).

Kalsium sulfat tipe III memiliki solubility yang baik dibandingkan natural anhidrat. Berat sampel anhidrat diperoleh mencapai kondisi kamar yang konstan selama 12 jam. Hasil massa meningkat dari 7 ke 7,5 %, 6,6 % adalah nilai teori untuk hemihidrat (145.154 g/mol) dan untuk anhidrat (136.146 g/mol) (Davis WA, 1907).

### 2.1.3. Dental Stone, Kekuatan tinggi (Tipe IV).

Peningkatan dental stone atau dental stone tipe IV dengan kandungan air yang lebih sedikit dibandingkan tipe III. Kekuatan tekan dan kekerasan permukaan telah menjadi pengukuran yang paling sering diperhatikan, karena bahan semen menyebabkan kegetasan (*brittle*) dan memiliki kuat tekan yang lebih besar dari kekuatan tarik.





Metode pencampuran juga memiliki dampak untuk tipe IV, ada sejumlah variabel yang dapat dimanipulasi untuk mengubah sifat fisik dari berbagai bahan gipsum. Seperti halnya dengan perkembangan buatan dental gipsum, yang meningkatkan kekerasan permukaan dan sifat kekuatan tekan pada dental tipe IV awalnya menarik bagi kedokteran gigi. Pengembangan selanjutnya dilakukan sebagai model studi pada artikulator, pada aplikasi ini dibutuhkan bahan yang lebih tahan lama dibanding dengan yang telah digunakan dalam kasus rekonstruksi mulut oleh prosthodontists. Dalam hal ini ada dua persyaratan model ortodontik secara tradisional yaitu model trim dan sculpt dilihat dari kekuatannya. Sayangnya, tidak ada produk gipsum yang memenuhi semua persyaratan ini. Salah satu solusi dalam bidang kedokteran gigi dilakukan dengan cara menuangkan bagian gigi dari cetakan stone, anatomi dan pangkalan di plaster. Hasilnya adalah gigi kurang rentan terhadap kerusakan, dan luas permukaan yang relatif kecil dari stone yang mana diperlukan untuk model sculpt. Cara yang paling mudah pada model trim. Metode ini dilakukan dengan menggunakan mangkuk plastik atau karet yang berbahan lentur dengan *bladed stirrer* saat proses mencampur bubuk dengan air. Hasil adonan pada model ini harus lembut, homogen, pas, dan tidak bergelembung. Gelembung dihindari agar adonan tidak mengalami cacat pada bagian dalam.

Alternatif lain adalah mengubah rasio air-serbuk, metode pencampuran, atau mengubah penambahan bahan lainnya. Selanjutnya, dokter dapat menggunakan campuran plaster dan stone untuk menghasilkan hibrida yang memiliki kompromi yang melekat bila dibandingkan dengan salah satu dari dua bahan. Kombinasi dilakukan pada stone dengan menambah kekuatannya, tetapi meningkatkan model sculpt dan model trim dalam kondisi waktu. Jika tipe IV dengan tipe I (plaster) membuatnya lebih mudah dan lebih efisien, tetapi kekuatan tariknya menurun dan model fraktur meningkat. Produsen berpendapat mengenai bahan gipsum bahwa pencampuran



tersebut dapat diterima oleh masyarakat, namun sifat fisik yang dihasilkan belum diselidiki lebih lanjut. Saat ini diproduksi secara komersial dan ditargetkan sesuai permintaan, karena terlalu banyak permintaan. Juga terlalu banyak rasio pencampuran yang berbeda. Dalam proses manufaktur pada dental tipe IV memiliki volume kecil dari produk tersebut sehingga membutuhkan biaya yang sangat mahal, beberapa konsumen tidak mampu dalam hal ini (Benton, 1992).

#### 2.1.4. Perbandingan dan Aplikasi Gypsum

Pada beberapa penelitian yang sudah pernah dilakukan ada beberapa bentuk aplikasi dari gipsum yang dapat diketahui, namun sebelum mengetahui bentuk aplikasi dari gipsum, ada baiknya untuk mengetahui perbandingan kekuatan kompresi dan rasio air-serbuk sesuai dengan standart ADA. Tipe dental II, III, dan IV dikelompokkan menurut setting time, kehalusan, setting ekspansi, kekuatan kompresi, dan rasio air-serbuk. Menurut spesifikasi ADA tipe dental II, III, dan IV dapat dilihat pada tabel 2.1 sebagai berikut:

**Tabel 2.1.** Perbandingan Kekuatan Kompresi dan Rasio Air - Serbuk. (Standar ADA)

Tipe	Setting Time (menit)	Kehalusan 150 $\mu\text{m}$ (%)	Setting Ekspansi (%)	Kekuatan Kompresi (MPa)	Rasio Air dalam Serbuk 100 g Powder (ml)
Tipe II	12 $\pm$ 4	98	0.00-0.30	9.0	0.45-0.50
Tipe III	12 $\pm$ 4	98	0.00-0.20	20.7	0.28-0.30
Tipe IV	12 $\pm$ 4	98	0.00-0.10	34.5	0.22-0.24



Telah banyak metode yang dikembangkan untuk menjadikan gipsum sebagai bahan yang sangat penting dalam pembuatan dental gipsum. Berbagai jenis aplikasi gipsum yang terangkup pada tabel 2.2.

**Tabel 2.2.** Aplikasi Gipsum Penelitian Sebelumnya

Author	Jenis	Komposisi	Hasil
Dewi Sri, 2011	Impression Plaster	Kalsium sulfat hemihidrat terkalsinasi, kalsium sulfat, borax dan bahan pewarna	Untuk cetakan akhir, atau wash, untuk rahang edentulus.
Sri Ana dkk, 2014	Model Plaster	Kalsium sulfat terkalsinasi/ $\beta$ - hemihidrat	Pengisian kuvet dalam pembuatan gigi tiruan
Kuntoro dkk, 2010	Dental Stone	$\alpha$ -hemihidrat	Konstruksi protesa dan model ortodonsi
Hasanah Dewi, 2009	Die Stone	Densit	Mahkota dan jembatan gigi tiruan
Sadboedi Setya,	Dental Stone, High Strength,	Kandungan garam	Produk gipsum






---

2010	High Expansion	lebih sedikit	yang paling mahal
------	----------------	---------------	-------------------

## 2.2. Kelebihan dan Kekurangan Tipe Dental II,III, dan IV

Kekuatan produk gipsum biasanya dinilai dengan sebutan kekuatan tekan hancur. Sebagaimana yang terdapat pada proses reaksi *setting*. Kekuatan gypsum bertambah dengan cepat pada menit ke 30-45 hingga proses hidrasi selesai. Kekuatan dari masing-masing tipe dental bergantung pada porositas material keras, dimana berhubungan penting antara rasio W:P untuk membuat adonan gypsum yang sempurna. Beberapa kelebihan dan kekurangan dari tipe-tipe gips menurut spesifikasi ADA No.25 dapat dikelompokkan sesuai dengan kegunaannya sebagai berikut.

Tipe II digunakan pada tahap laboratoris, memiliki kelebihan digunakan untuk membuat studi model dan menyatukan model kerja dengan artikulator. Gypsum Tipe II ini dihasilkan dari gips yang dipanaskan pada suhu  $110^{\circ}$ - $120^{\circ}$  C, sehingga menghasilkan senyawa hemihidrat dan mempunyai bentuk yang sangat tidak teratur dan jarak antar partikel yang besar dapat menyebabkan reaksi pengerasan dan memerlukan banyak air. Kekurangan dari tipe II yaitu relatif lemah bila dibandingkan dengan bahan gipsum yang lain

Tipe III memiliki kelebihan digunakan sebagai model kerja. Kelebihan lain dari gipsum tipe III ini lebih kuat dan tahan terhadap abrasi dibandingkan dengan gypsum tipe II. Kekurangan tipe III yaitu lebih resisten terhadap kerusakan dan dapat bertahan pada tekanan selama *acrylic processing*. Dan gipsum tipe IV kandungan senyawa hemihidrat yang lebih padat, lebih besar, dan lebih kuboidal, sehingga tingkat kekerasan gipsum ini lebih besar dari pada tipe III. Kekurangan tipe IV terjadinya *setting expansion* dan tidak porus sehingga ditambahkan garam tambahan.





### 2.3. Kalsium Sulfat

Kalsium sulfat merupakan senyawa sulfat yang berasal dari batu kapur. Kalsium sulfat lebih dikenal sebagai gipsum atau nama latinnya *Meisenbach*. Kalsium sulfat atau gipsum pada umumnya berwarna putih, sedangkan pada proses keadaan *impure* gipsum mengandung beberapa material seperti batu kapur silika dan alumina, pada umumnya gipsum berwarna abu-abu (Pollack, 1973). Gipsum merupakan produk samping dari beberapa proses kimia. Secara kimiawi, produk gipsum yang dihasilkan untuk tujuan kedokteran gigi adalah kalsium sulfat murni.

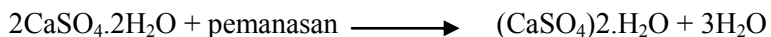
Di bidang kedokteran gigi, produk gipsum digunakan untuk membuat model dari rongga mulut serta struktur maksilofasial dan sebagai piranti penting untuk pekerjaan laboratorium kedokteran gigi yang melibatkan pembuatan protesa gigi. Produk gipsum yang digunakan dalam kedokteran gigi dikenal dengan gips yang memiliki rumus kimia  $\text{CaSO}_4$  (Pradana, 2010).

#### 2.3.1. Metode Pembuatan Kalsium Sulfat

Banyak metode yang dikembangkan untuk menjadikan gipsum dari berbagai material sebagai bahan yang sangat penting dalam pembuatan dental. Ada banyak metode pembuatan gipsum dengan basis kalsium sulfat. Pada penelitian ini fokus metode pembuatan gipsum dengan basis kalsium sulfat. Pada umumnya gipsum didapatkan dari batuan mineral gipsum alam.

##### a. Metode Hemihidrat

Gypsum adalah bentuk dihidrat dari kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), kemudian ketika dipanaskan pada suhu  $< 200^\circ\text{C}$ , akan kehilangan 1,5 g mol dari 2 mol  $\text{H}_2\text{O}$  dan dikonversikan menjadi kalsium sulfat hemihidrat ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ ).





### Kalsium sulfat dihidrat Air

### Kalsium sulfat hemihidrat

Produk yang dihasilkan dengan metode kalsium sulfat hemihidrat yaitu untuk cetakan akhir, atau wash, untuk rahang edentulous. Pengisian kuvet dalam pembuatan gigi tiruan. Konstruksi protesa dan model ortodontisi. Mahkota dan jembatan gigi tiruan. Umumnya digunakan untuk tipe I, II, III, dan IV.

#### b. Metode Dihidrat

Ketika kalsium sulfat hemihidrat dicampur dengan air, reaksi sebaliknya akan terjadi, sehingga kalsium sulfat dikonversikan kembali ke kalsium sulfat dihidrat. Oleh sebab itu, dehidrasi sebagian dari mineral gypsum dan rehidrasi kalsium sulfat hemihidrat bersifat reversibel. Reaksi pengerasan gyps yang pada umumnya terjadi adalah sebagai berikut :



Produk yang dihasilkan dengan metode kalsium sulfat dihidrat yaitu untuk konstruksi protesa dan model ortodontisi. Mahkota dan jembatan gigi tiruan. Pada umumnya digunakan untuk tipe III dan tipe IV.

#### c. Metode Anhidrat

1. Pemanasan  $< 200^\circ\text{C}$ , menghasilkan kalsium sulfat hexagonal yang disebut "*soluble anhydrite*" ( $\text{CaSO}_4$ ).
2. Pemanasan  $> 200^\circ\text{C}$ , menghasilkan kalsium sulfat ortorombik yang disebut "*insoluble anhydrite*" ( $\text{CaSO}_4$ ).

Produk yang dihasilkan dengan metode kalsium sulfat anhidrat yaitu untuk konstruksi protesa dan model ortodontisi. Mahkota dan jembatan gigi tiruan. Pada umumnya digunakan untuk tipe III dan tipe IV. Hampir sama dengan kalsium sulfat dihidrat.



## 2.4. Kalsium Sulfat Anhidrat

Kalsium sulfat anhidrat ( $\text{CaSO}_4$ ) dinamakan demikian karena berbeda dengan gipsum (kalsium sulfat anhidrat) adalah kalsium sulfat yang tidak mengandung air. Anhidrat ada dalam tiga bentuk. Salah satu bentuknya adalah higroskopis, metastabil atau tidak stabil, merupakan konstituen utama dari “second-settle” plaster yang masih baru dibentuk. Bentuk kedua, yang terjadi di alam ini dikenal sebagai mineral anhidrat. Grahmann (1913, 1920) melaporkan adanya modifikasi anhidrat ketiga yang dibentuk dari anhidrat alami sekitar  $1200^\circ\text{C}$ . Pada tahun 1938, Posnjak menyarankan penggunaan prefiks Yunani,  $\alpha$   $\text{CaSO}_4$ ,  $\beta$   $\text{CaSO}_4$ , dan  $\gamma$   $\text{CaSO}_4$ , di urutan fase yang ada dari yang tertinggi ke suhu terendah. Saran ini bertentangan dengan penggunaan mineralogi secara umum (Dear WA, 1993 : Gay, 1965b). Gipsum anhidrat umumnya berwarna putih, sedangkan pada keadaan impure, gipsum anhidrat mengandung beberapa bahan. Awalnya gipsum anhidrat digunakan untuk konstruksi bangunan, tetapi setelah itu gipsum juga digunakan untuk alat penguat medis untuk keperluan ortopedik (Brun dkk 2013).

Gipsum anhidrat apabila dipanaskan dalam bejana terbuka dengan temperatur  $110^\circ\text{C}$  -  $120^\circ\text{C}$  menghasilkan  $\beta$  hemihidrat atau gipsum lunak yang lebih dikenal dengan sebutan Plaster of Paris. Apabila gipsum dipanaskan dalam autoclaved pada tekanan uap pada temperatur  $120^\circ\text{C}$  -  $130^\circ\text{C}$  menghasilkan  $\alpha$  hemihidrat atau lebih dikenal dengan sebutan gips keras (Dental Stone) (Combe dkk, 1992).

### 2.4.1. Sifat Kalsium Sulfat Anhidrat

Dalam pengaplikasiannya, penting untuk mengetahui sifat - sifat material kalsium sulfat anhidrat sehingga cocok diaplikasikan dalam bidang yang sesuai dengan orthodontic. Menurut Material Safety Data Sheet, sifat fisika maupun kimia





dari kalsium sulfat anhidrat dapat dilihat pada tabel 2.3 dibawah.

**Tabel 2.3.** Sifat  $\text{CaSO}_4$  menurut MSDS

No	Sifat	Keterangan
1	Titik Lebur	1460 <sup>0</sup> C
2	Densitas	2,96 g/mol
3	Berat Molekul	136,14 g/mol
4	Warna	Putih
5	Kelarutan	0,298 g/mol pada 20 <sup>0</sup> C dan 0,1619 g/mol pada 100 <sup>0</sup> C
6	Stabilitas	Stabil
7	Korosifitas	Tidak Korosi

Selain itu sifat kalsium sulfat anhidrat menurut Safety Data Sheet (HCS 2012 (29 CFR 1910.1200)) dapat dilihat pada Tabel 2.4.

**Tabel 2.4.** Sifat Kalsium Sulfat Anhidrat

Sifat	Nilai
Nama Kimia	Kalsium Sulfat Anhidrat
Rumus Molekul	$\text{CaSO}_4$
Berat Molekul	136 g/mol
Warna	Coklat, abu-abu
Kerapatan	2.96 g/ml
Kelarutan dalam air	2.4 g/L pada 20 C
Titik Lebur	1450 C
Ph	>10

dijelaskan aplikasi kalsium sulfat anhidrat di bidang medis.



**Tabel 2.5.** Aplikasi Kalsium Sulfat Anhidrat di Bidang Medis

No	Referensi	Aplikasi
1	Vyas 2008	<i>impression plaster, mount cast, dan dental stone</i>
2	Greish 2011	berhasil digunakan untuk mengobati penyakit periodontal, <i>endodontic lesions, alveolar bone loss</i> , dan <i>maxillary sinus augmentation</i>
3	Prihastari 2011	<i>Dental ceramic investment</i>

## 2.5. Cangkang Kerang

Salah satu jenis biota laut yang memiliki peran penting pada sektor perikanan adalah kerang. Biota laut jenis kerang ini memiliki nilai ekonomis tinggi potensial, kerang banyak tersebar dan ditemukan di perairan pesisir pantai. Dalam kehidupan sehari-hari kerang hasil tangkapan nelayan hanya dimanfaatkan daging atau bagian otot aduktornya saja. Sementara untuk bagian cangkangnya kebanyakan konsumen membuangnya dan menjadi limbah. Namun, perkembangan teknologi membuat kondisi cangkang kerang mengalami perubahan, ditangan orang kreatif limbah cangkang kerang ada beberapa yang sudah diekspor untuk diproduksi kembali. Hal ini menunjukkan bahwa cangkang kerang belum dimanfaatkan



secara optimal di Indonesia. Jika dilihat dari kandungan  $\text{CaCO}_3$  sebanyak 95 – 99 % pada cangkang kerang tersebut, maka kita dapat memanfaatkan cangkang kerang secara optimal (Saryati dkk, 2012 dan Mohamed dkk, 2012).

Kerang merupakan sumber bahan makanan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat, karena mengandung protein dan lemak. Jenis kerang yang sering menjadi konsumsi masyarakat, yaitu kerang hijau (*Mytilus viridis*), kerang darah (*Anadara granosa*), kerang bulu (*Anadara antiquata*), dan kerang simping (*Placuna Placenta*) (Hudaya, 2010). Sejauh ini masyarakat memanfaatkan bahan utama kerang sedangkan bahan sampingan kerang yaitu cangkangnya dibuang begitu saja. Namun, lebih dari itu semua, kulit kerang yang memiliki kandungan kalsium tinggi, bisa dimanfaatkan untuk berbagai macam produk unggulan. Seperti contoh, untuk merespons kebutuhan yang tinggi tersebut, banyak dilakukan penelitian dalam pengembangan biomaterial. Kalsium sulfat memiliki banyak kegunaan, diantaranya untuk pembuatan gipsium yang digunakan oleh kedokteran.

**Tabel 2.6.** Jenis Cangkang Kerang dan Kalsium (Siriprom dkk, 2009).

Jenis Cangkang Kerang	Kalsium
Kerang Darah ( <i>Anadara antiquata</i> )	99,5 %
Kerang Hijau ( <i>Mytilus viridis</i> )	90 %
Kerang Darah ( <i>Anadara granosa</i> )	99,5 %
Kerang Simping ( <i>Placuna Placenta</i> )	99,5 %

## 2.6. Gelombang Mikro (Microwave)

Gelombang mikro adalah bentuk energi elektromagnetik dengan frekuensi 300 MHz sampai 300 GHz (Zhu & Hang, 2013). Penggunaan radiasi gelombang mikro pada pembuatan telah meningkat, dikarenakan metode ini merupakan teknologi terbaru untuk perkembangannya. Transformasi organik akibat



panas dapat berlangsung dengan dua cara yaitu pemanasan secara konvensional atau dengan pemanasan menggunakan gelombang mikro. Pada cara pertama tersebut, reaktan diaktifkan oleh sumber panas konvensional secara perlahan. Panas yang dihasilkan akan terdorong ke dalam substansi melewati dinding bejana untuk mencapai pelarut dan reaktan. Metode ini berjalan lambat dan tidak efisien dalam mentransfer energi. Sedangkan pada cara kedua, gelombang mikro berpasangan langsung dengan molekul - molekul dari campuran reaksi keseluruhan sehingga menyebabkan kenaikan suhu yang cepat. Selama prosesnya tidak dibatasi oleh konduktifitas termal dari dinding bejana, hasil yang diperoleh yaitu pemanasan lokal sesaat pada substansi yang akan bereaksi baik secara rotasi dipol ataupun konduksi ionik. (Hayes, 2004).

Laju reaksi pada pemanasan dapat dihitung dengan persamaan Arrhenius ( $k = Ae^{-E_a/RT}$ ) dimana T adalah temperatur yang dapat mengendalikan kinetika reaksi. Sedangkan reaksi yang dibantu gelombang mikro akan berbeda. Radiasi gelombang mikro akan mengaktifkan secara langsung molekul yang memiliki ikatan dipol atau ionik. Selama transformasi terjadi kurang dari nanosekon ( $10^{-9}$  s), molekul - molekul tidak dapat mencapai ekuilibrium. (Hayes, 2004). Faktor yang berpengaruh dalam pemanasan menggunakan gelombang mikro yaitu daya. Daya gelombang mikro berpengaruh besar pada bentuk kristal dental plaster dan dental stone.

Ini adalah gambaran hasil serbuk (*powder*) yang dikembangkan oleh peneliti dengan rasio yang berbeda yang mana pembuatan dental gipsium menurut tipe II, III, dan IV. dapat dilihat pada gambar 2.1





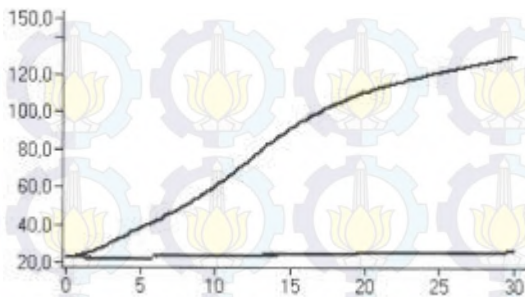
**Gambar 2.1.** : (a). Gambaran bentuk kristal dental plaster. (b). Gambaran bentuk kristal dental stone. (c). Gambaran bentuk kristal die stone (Anusavice, 2003).

### 2.6.1. Metode Gelombang Mikro dalam Kimia Organik

Didalam spektrum elektromagnetik, daerah radiasi gelombang mikro terletak antara radiasi infra merah dan gelombang radio. Panjang gelombang gelombang mikro sebesar 1mm-1m dengan frekuensi antara 0,3-300 GHz (Lidstrom, 2001). Radiasi gelombang mikro merupakan radiasi nonionisasi yang dapat memutuskan suatu ikatan sehingga menghasilkan energi yang dimanifestasikan dalam bentuk panas melalui interaksi antara zat atau medium. Energi tersebut dapat direfleksikan, ditransmisikan atau diabsorbsikan (Varma, 2001).

Penggunaan teknologi gelombang mikro dalam kimia anorganik telah dimulai pada akhir tahun 1970, dan mulai dikembangkan di dalam kimia organik sejak pertengahan tahun 1980 (Lidstrom, 2001). Beberapa publikasi mengenai penggunaan teknologi gelombang mikro dalam kimia organik terus berkembang dengan pesat semenjak publikasi yang diawali oleh Gedbye pada tahun 1986. Publikasi tersebut secara umum menjelaskan tentang peningkatan kecepatan reaksi organik khususnya dalam kondisi reaksi bebas pelarut (Perreux, 2001). Jumlah publikasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.2





**Gambar 2.2.** Jumlah publikasi sintesis anorganik dan organik dengan gelombang mikro (Lidstrom, 2001)

Secara umum, proses pemanasan dalam reaksi organik menggunakan pemanasan tradisional seperti dengan menggunakan penangas minyak, penangas pasir, dan penangas mantel. Pemanasan dengan cara ini biasanya membutuhkan waktu yang lebih lama sehingga dapat mengakibatkan terjadinya dekomposisi baik pada substrat, pereaksi, maupun produk yang dihasilkan. Hal ini berbeda bila proses pemanasan tersebut menggunakan teknik gelombang mikro, dimana pemanasan dengan gelombang mikro akan mengurangi terjadinya dekomposisi terhadap produk yang dihasilkan atau dekomposisi yang diakibatkan oleh produk tersebut (Lidstrom, 2001).

### **2.6.2. Prinsip Dasar Mekanisme Reaksi Dengan Metode Gelombang Mikro**

Secara teoritis ada dua proses mekanisme yang terjadi pada metode gelombang mikro yaitu mekanisme secara polarisasi dipolar dan mekanisme secara konduksi.



a. Mekanisme secara polarisasi dipolar

Prinsip dari mekanisme ini adalah terjadinya polarisasi dipolar sebagai akibat dari adanya interaksi dipol-dipol antara molekul-molekul polar ketika di radiasikan dengan gelombang mikro. Dipol tersebut sangat sensitif terhadap medan listrik yang berasal dari luar sehingga dapat mengakibatkan terjadinya rotasi pada molekul tersebut sehingga menghasilkan sejumlah energi. (Lidstrom, 2001). Energi yang dihasilkan pada proses tersebut adalah energi kalor sehingga hal tersebut dikenal dengan istilah efek termal (pemanasan dielektrik) (Perreux, 2001). Ilustrasi suatu pergerakan molekul secara mekanisme polarisasi dipolar saat molekul diradiasi gelombang mikro dapat dilihat pada Gambar 2.3.



**Gambar 2.3.** Pergerakan molekul dipolar teradiasi gelombang mikro (Lidstrom, 2001)

Molekul-molekul yang dapat dipanaskan dengan gelombang mikro adalah molekul-molekul yang bersifat polar, karena pada molekul-molekul yang bersifat nonpolar tidak akan terjadi interaksi dipol-dipol antar molekulnya. Molekul-molekul nonpolar tersebut bersifat inert terhadap gelombang mikro dielektrik (Perreux, 2001).

Molekul air pada saat diradiasikan dengan gelombang mikro terjadi kenaikan suhu sedangkan pada molekul dioksan perubahan suhu relatif konstan. Hal ini disebabkan adanya perbedaan kepolaran antara air yang bersifat polar dengan dioksan yang bersifat non polar. Selain sifat kepolarannya, jenis fasa suatu molekul juga berpengaruh terhadap pemanasan



dengan gelombang mikro. Pada molekul dengan fasa gas akan tidak dapat diradiasikan dengan gelombang mikro, hal ini disebabkan karena jarak antara molekul dalam fasa gas sangat berjauhan bila dibandingkan dengan molekul dalam fasa cair sehingga molekul-molekul dalam fasa gas akan sulit untuk melakukan rotasi antar molekul-molekulnya dalam suatu medan listrik (Lidstrom, 2001).

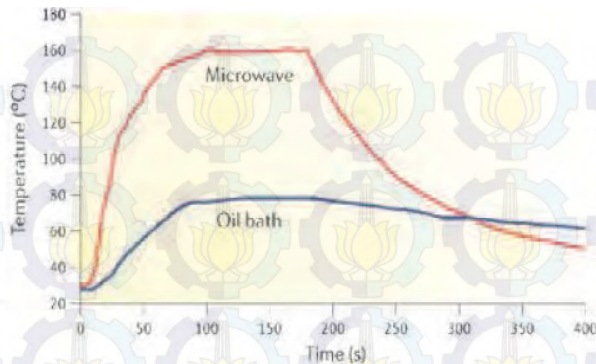
b. Mekanisme Secara Konduksi

Mekanisme secara konduksi terjadi pada larutan-larutan yang mengandung ion. Bila suatu larutan yang mengandung partikel bermuatan atau ion diberikan suatu medan listrik maka ion-ion tersebut akan bergerak. Pergerakan tersebut akan mengakibatkan peningkatan kecepatan terjadinya tumbukan sehingga akan mengubah energi kinetik menjadi energi kalor. Larutan-larutan yang mengandung ion akan memberikan energi kalor bila diberi medan listrik dibandingkan dengan larutan-larutan yang tidak mengandung ion. Sebagai contoh pada air kran (masih mengandung ion) akan memberikan energi kalor yang lebih tinggi pada saat diradiasikan dengan gelombang mikro daripada air destilasi.

### **2.6.3. Perbandingan Metode Radiasi Gelombang Mikro dan Metode Lain**

Pemanasan konvensional biasanya menggunakan tungku atau minyak yang memanasi dinding secara konveksi atau konduksi. Ini dari sampel membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mencapai temperatur yang diinginkan. Sedangkan gelombang mikro menekan bagian dalam material dan panas terbentuk melalui interaksi material dengan gelombang mikro secara langsung. Untuk pemanasan dalam waktu satu menit dapat dibandingkan pemanasan menggunakan gelombang mikro dan konvensional seperti terlihat pada grafik Gambar 2.4. dibawah.





**Gambar 2.4.** Grafik profil temperatur etanol setelah satu menit dipanaskan dengan gelombang mikro dan dengan pemanasan konvensional (Saxena & Chandra, 2011)

**Tabel 2.7.** Metode Pengembangan Microwave dalam Pengaplikasian Yang Berbeda.

Pengarang	Judul Jurnal	Hasil Reaksi	Keterangan
He, dkk, 2013	Penyerapan kalorimetri studi microwave beberapa bahan padat	$\text{CuO}$ , $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , $\text{MnSO}_4$ , $\text{H}_2\text{O}$ (Taishan) dan $\text{MnO}_2$	Untuk mengukur secara kuantitatif dan membandingkan karakteristik penyerapan microwave dari berbagai bahan
Satoshi, dkk, 2014	Degassing efisien oksigen terlarut dalam media air oleh radiasi microwave dan	Degassing terlarut oksigen dalam air dan udara 2 - propanol pelarut dengan	Untuk mengetahui efek thermal dari microwave





	pengaruh gelombang mikro pada reaksi dikatalisis oleh katalis Wilkinson	pemanasan	
N.Standish,dkk,1991	Efek partikel ukuran dalam pemanasan microwave bahan granular	Pemanasan dan pengeringan butiran partikel $\text{Al}_2\text{O}_3$ dan $\text{Fe}_3\text{O}_4$ dengan energi gelombang mikro (2 45 GHz, 500 W).	Untuk mengukur pengaruh ukuran partikel pada bahan yang digunakan.
Zhang,dkk, 2009	Microwave menyerap sifat terak titanium tinggi	Titanium	Untuk mengoptimalkan parameter eksperimental akan memberikan bimbingan untuk studi microwave pemanasan terak titanium tinggi di masa depan.
Avijit Mondal,dkk,1991	Pemanas microwave tembaga bubuk murni dengan ukuran partikel dan porosity	Serbuk Cu (Tembaga)	Untuk mengetahui temperature serbuk tembaga dari ukuran partikel dan



	yang berbeda		porosity
A.K Haghi & N. Amanifard,2008	Analisis panas dan transfer massa selama pengeringan makanan pada microwave	Produk makanan	Untuk meningkatkan daya microwave atau diameter sampel.
Housova,dkk,2002	Pemanasan microwave - pengaruh oven dan beban parameter pada Power diserap dalam beban yang dipanaskan	Air dan larutan NaCl	Untuk parameter yang diinginkan
J.Stankowski,dkk,1993	Pengaruh daya microwave pada modulasi magnetis penyerapan microwave dalam granular tinggi - temperatur superkonduktor	Keramik superkonduktor YBa <sub>2</sub> Cu <sub>3</sub> O <sub>6.9</sub> (Y- 123 fase	Untuk membuktikan superkonduktor suhu tinggi dalam penyerapan tenaga microwave
Vemer, 2001	Pengaruh radiasi microwave pada pengolahan mineral.	Mineral	Untuk mengetahui efektivitas dari microwave

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Bahan

1. 4 Cangkang kerang (Kerang rambut, kerang hijau, kerang darah, kerang simping).
2.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  98% SAP Chemical
3. Aquades steril

#### 3.2. Alat

1. Centrifugal Crusher  
Digunakan untuk mereduksi ukuran menjadi serbuk pada 4 jenis cangkang kerang
2. Neraca Analitik  
Digunakan untuk menimbang berat serbuk 4 jenis cangkang kerang yang dihancurkan
3. Beaker Glass 1000 ml  
Digunakan untuk mengencerkan serbuk 4 jenis cangkang kerang, larutan asam sulfat 98% dengan aquades untuk membuat larutan asam menjadi 6M
4. Gelas Ukur 250 ml  
Digunakan untuk mengencerkan larutan asam sulfat 98 % dengan asam sulfat 6M
5. Pipet
6. Kertas pH Universal  
Digunakan untuk mengetahui kenaikan pH dari endapan gipsium anhidrat.
7. Sarung Tangan  
Digunakan untuk melindungi tangan dari bahan kimia
8. Masker  
Digunakan melindungi hidung agar bisa bernafas dengan baik
9. Spatula  
Digunakan untuk mengambil endapan gipsium anhidrat dari crucible





10. Magnetic Stirrer

Digunakan untuk mengaduk serbuk cangkang kerang dan larutan asam sulfat 6M

11. Stirrer Bar

Digunakan untuk mengaduk larutan serbuk gipsum anhidrat selama 1 jam

12. Crucible

Digunakan untuk menempatkan gipsum dari cangkang kerang di dalam microwave oven.

13. Microwave oven

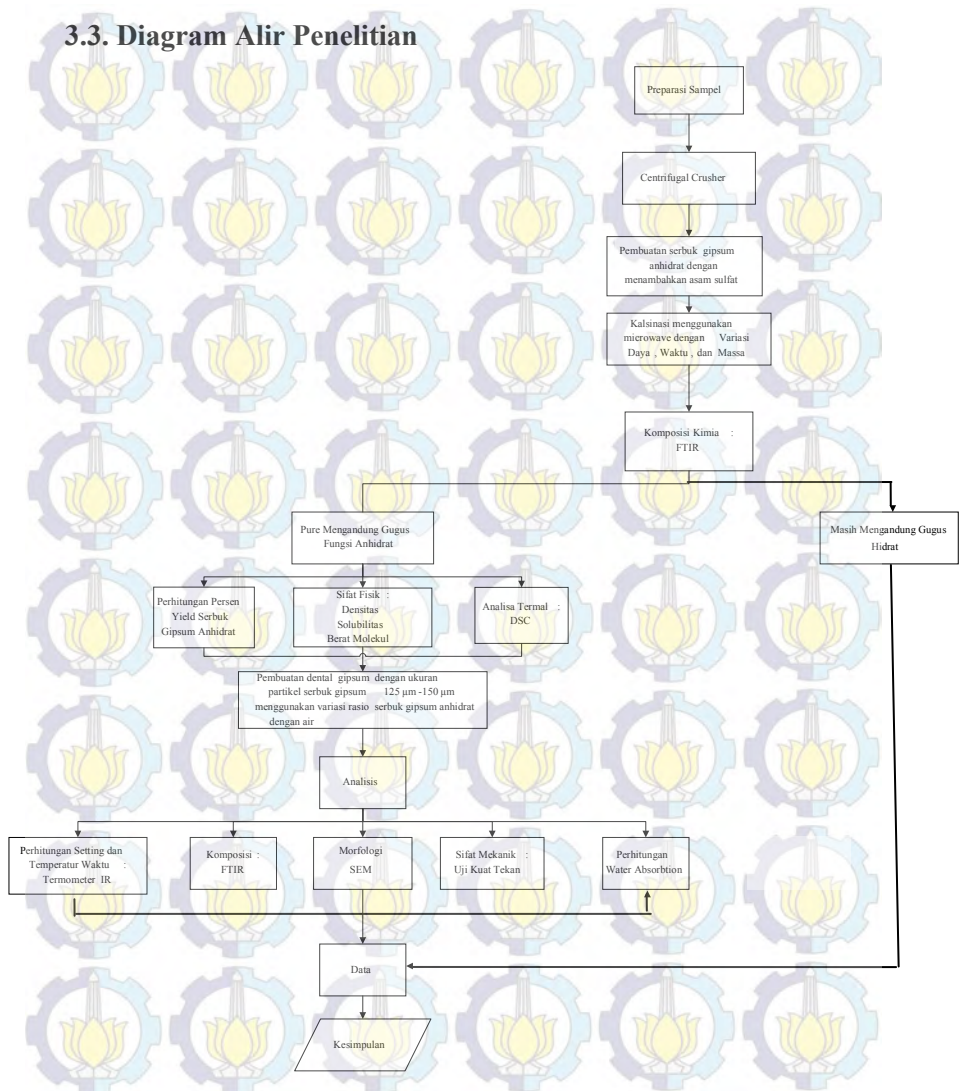
Digunakan untuk pemanasan sampel secara non konvesional dengan menggunakan metode gelombang mikro.

14. Seiving (pengayakan)

Digunakan untuk memisahkan ukuran partikel gipsum anhidrat. Yang berukuran 100 mesh ( $150\ \mu\text{m}$ ) dan 120 mesh ( $125\ \mu\text{m}$ )



### 3.3. Diagram Alir Penelitian



**Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian**



### **3.4. Prosedur Penelitian**

#### **3.4.1 Preparasi Cangkang Kerang**

Dalam melakukan eksperimen, 4 jenis cangkang kerang yang digunakan harus dibersihkan untuk menghilangkan pengotor yang ada agar tidak adanya pengotor. Kadar air dan molekul organik yang terkandung didalam 4 Cangkang kerang yakni, kerang rambut, kerang hijau, kerang darah, kerang simping. Oleh karena itu kerang rambut, kerang hijau, kerang darah, kerang simping harus dicuci dengan air bersih kemudian dilakukan proses pengeringan selama 24 jam menggunakan sinar matahari.

#### **3.4.2 Proses Crushing**

Kemudian setelah melakukan proses pengeringan selesai maka cangkang kerang dicrusher menggunakan centrifugal crusher yang fungsinya untuk menghancurkan cangkang kerang menjadi serbuk dan mereduksi ukuran cangkang kerang. Proses Crushing dilakukan dengan kecepatan 1400 rpm.

#### **3.4.3 Proses Pembuatan gypsum**

Dalam proses pembuatan gipsum ini, metode pembuatan gypsum ini menggunakan metode gelombang mikro. Pada metode ini serbuk cangkang kerang dicampur dengan larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  6M. Campuran serbuk kerang dan larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  6M diaduk dengan menggunakan magnetic stirrer dengan temperatur  $70^\circ\text{C}$  dan dengan kecepatan 1000 rpm. Kemudian hasil campuran dari serbuk kerang dan larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  6M didiamkan selama 24 jam agar terbentuk endapan gypsum. Endapan gypsum dipisahkan dari larutannya. Endapan gypsum yang telah dipisahkan masih dalam keadaan asam. Untuk mengurangi tingkat keasaman endapan dicuci dengan aquades hingga endapan memiliki pH 5. Setelah itu endapan gipsum





ditimbang menggunakan neraca analitik. Dalam proses pengambilan endapan gypsum tersebut menggunakan spatula.

#### **3.4.4 Proses Pemanasan Secara Non Konvensional**

Pada proses pemanasan yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan pemanasan secara non-konvensional dengan menggunakan *microwave*. Pada proses ini, dilakukan pemanasan dengan variasi daya input, waktu, serta massa yang masuk kedalam *microwave*. Pengujian yang dilakukan untuk memilih bahan baku ini adalah FTIR. Dari hasil FTIR didapat bahwa parameter yang sesuai untuk pembuatan serbuk gypsum anhidrat adalah dengan massa material yang masuk 50 gram dipanaskan menggunakan daya input 540 watt selama 75 menit. Karena pada parameter ini gugus fungsi sudah berubah menjadi anhidrat, dan %massa yang terbentuk menjadi gypsum anhidrat adalah 23.16%. Saat pemanasan selesai, temperatur serbuk diukur menggunakan termometer inframerah

#### **3.4.5. Proses Pembuatan Dental Gypsum**

Dalam proses pembuatan dental gypsum, maka kondisi serbuk dari cangkang kerang sudah diseiving atau sudah pada tahap pengayakan. Maka pada pembuatan dental gypsum, yaitu dengan cara  $\text{CaSO}_4$  (kalsium sulfat anhidrat) yang dicampurkan dengan air. Dengan ukuran 3cm x 3cm x 3cm bentuk persegi untuk pengujian compressive strength. Sedangkan ukuran 1cm x 1cm x 1cm untuk pengujian sem. Dalam pembuatan dental gypsum, hal yang harus diketahui parameter dari produk yang akan dibuat, agar memperoleh hasil yang tepat.



**Tabel 3.1.** Perbandingan Rasio Powder dengan Air

Type	Powder	Air
Tipe II	100	45, 47, dan 50
Tipe III	100	28, 29 dan 30
Tipe IV	100	22, 23 dan 24

#### 3.4.6. Pengujian

##### a) Analisis Komposisi Kimia

Analisis komposisi kimia yang digunakan pada penelitian ini adalah FTIR (*Thermo Scientific Nicolet IS10*). FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi dari serbuk gypsum dan dental gypsum. Selanjutnya setelah mengetahui gugus fungsi dari serbuk gypsum dan dental gypsum yakni, mengamati morphology dan komposisi kimia dental gypsum dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope / EDX, FEI INSPECT S*.

##### b) Perhitungan Persen Yield

Pada analisa perhitungan persen yield dilakukan untuk mengetahui persentase massa endapan kalsium sulfat yang berubah menjadi serbuk gipsium anhidrat. Perhitungan persen yield ini dilakukan dengan menghitung perbandingan massa akhir dan massa awal dari material yang masuk dan keluar dari microwave yang dapat dilihat pada persamaan berikut:



$$\% \text{ Yield} = \frac{\text{massa serbuk gipsum anhidrat}}{\text{massa endapan kalsium sulfat}} \times 100\% \quad (1)$$

c) Perhitungan Densitas dan Solubilitas

Perhitungan densitas dan solubilitas digunakan untuk menentukan densitas dan solubilitas dari serbuk gipsum anhidrat untuk mengetahui kesesuaian dengan safety data sheet standard. Perhitungan densitas dilakukan dengan menggunakan picnometer. Perhitungan densitas dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\rho_s = \rho_{fl} \frac{m_s}{m_{fl} - m_{(s+fl)} + m_s} \quad (2)$$

Dimana  $\rho_s$  adalah densitas dari serbuk gipsum anhidrat yang akan dihitung,  $\rho_{fl}$  adalah densitas dari fluida,  $m_s$  adalah massa sampel,  $m_{fl}$  adalah massa fluida, dan  $m_{(s+fl)}$  adalah massa sampel yang dicampur dengan fluida. Sedangkan perhitungan kelarutan dalam air dilakukan untuk mengetahui kelarutan serbuk gipsum anhidrat dalam air pada temperatur kamar (25°C). Perhitungan ini dilakukan dengan menimbang massa serbuk gipsum anhidrat sebelum direndam ke dalam air. Setelah itu serbuk gipsum anhidrat direndam dalam air kemudian ditimbang serbuk gipsum anhidrat yang tidak larut dalam air. Sebelum ditimbang, serbuk gipsum anhidrat dikeringkan terlebih dahulu, dalam hal ini menghilangkan air yang tersisa. Lalu massa serbuk gipsum anhidrat yang sebelum dan sesudah direndam tadi dihitung dengan menggunakan persamaan berikut, agar dapat diketahui :

$$S = \frac{m_o - m_i}{m_o} \quad (3)$$





Dimana  $m_0$  adalah massa awal serbuk gipsium anhidrat yang akan dicari kelarutannya didalam air dan  $m_i$  adalah massa serbuk gipsium anhidrat yang telah direndam di dalam air.

d) Analisis Morfologi

Pada tahap analisis morfologi yang digunakan adalah SEM-EDX (FEI INSPECT S50). Pengujian SEM-EDX ini dilakukan untuk mengetahui struktur kristal, distribusi ukuran struktur kristal, distribusi unsur penyusun, dan persentase unsur yang terkandung di dalam dental gipsium.

e) Uji Mekanik

Pada penelitian ini dilakukan pengujian uji mekanik dengan sifat mekanik uji kuat tekan (compressive test). Uji kuat tekan digunakan untuk mengetahui kekuatan tekan dari dental gipsium. Standar pengujian kekuatan tekan yang digunakan untuk mengetahui dental gipsium dari masing-masing tipe yang paling kuat. Dental gipsium dicetak dan dikeringkan dengan ukuran 30mmx30mmx30mm. Beban dikenai pada permukaan dental gipsium dan diterapkan secara terus menerus tanpa beban kejut dengan laju konstan sebanyak 27 sampel dalam kisaran 5.94 kg/cm<sup>2</sup> per detik.

f) Perhitungan Temperatur Setting

Perhitungan temperature setting dilakukan dengan menggunakan termometer inframerah. 2). Termometer inframerah digunakan untuk mengukur temperatur dental gipsium. Dalam pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui apakah panas pada dental gipsium. Sedangkan waktu setting diukur dengan menggunakan stopwatch. Waktu setting ini dilakukan untuk mengetahui waktu yang dilakukan dental gipsium disaat mengeras dari mulai awal sebelum dan sesudah mengeras pengaplikasian.



g) Perhitungan Water Absorption

Perhitungan Water Absorption dilakukan untuk mengetahui seberapa tinggi kemampuan gipsu secara menyeluruh untuk menyerap air. Dental gipsu dipotong dengan dimensi 15mmx15mmx15mm, dental gipsu yang mongering lalu ditimbang, kemudian dicelupkan ke dalam air, dan direndam selama 24 jam serta dikontrol setiap 2 jam dalam waktu 5 hari. Untuk pengukuran water absorption dental gipsu dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$W_{abs} = \frac{W_{wet(n)} - W_{dry(0)}}{W_{dry}} \times 100\% \quad (5)$$

Dimana  $w_{abs}$  adalah kemampuan untuk menyerap air,  $w_{wet}$  adalah berat disaat gipsu telah direndam, dan  $w_{dry}$  adalah berat gipsu sebelum direndam didalam air.



### 3.5. Rancangan Penelitian

Tabel 3.2. Pembuatan variasi dental gipsum

Kode Dental Gipsum (DG)	Powder	Air	Analisis				
			Compressive Strength	SEM	FTIR	Water Absorption	Setting Time Temperature
DG II	100	45, 47, dan 50	v	v	v	v	v
DG III	100	28, 29, dan 30	v	v	v	v	v
DG IV	100	22, 23, dan 24	v	v	v	v	v



## **BAB IV**

### **ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Pembuatan Gypsum Anhidrat**

##### **4.1.1. Analisa Temperatur Serbuk Gypsum Anhidrat**

Dalam proses pembuatan gipsium dilakukan tahap analisa temperatur serbuk gipsium Anhidrat. Tahap analisa temperatur dilakukan dengan tambahan termometer inframerah hingga mengenai sampel yang telah dipanaskan dengan bantuan gelombang mikro. Setelah melakukan uji penelitian berikut ini merupakan hasil analisis temperatur serbuk cangkang kerang yang sudah disintesis dengan menggunakan bantuan gelombang mikro (*microwave*) dengan variasi waktu, massa, dan daya yang berbeda. Ada pun variasi waktu yang digunakan dalam prosesnya selama 75 dan 90 menit. Variasi massa yang digunakan sebanyak 25, 50, dan 75 gram, dan juga menggunakan variasi daya sebesar 540, 720 dan 900 watt.

Sehingga dapat dianalisis bahwa untuk dapat memperoleh hasil kalsium sulfat dari serbuk cangkang kerang dengan jumlah pengotor yang sangat sedikit sebelum nantinya akan terjadi proses dekomposisi diperlukan pemanasan konvensional yakni, pemanasan yang hanya menggunakan transfer panas dari luar ke dalam material hingga temperatur mencapai suhu sekitar 800°C. Sedangkan jika proses analisa temperatur serbuk gypsum anhidrat dengan menggunakan radiasi gelombang mikro, temperatur yang dicapai untuk mendapatkan kalsium sulfat dengan jumlah pengotor yang sedikit hanya separuh dari temperatur 800°C saja.

Berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan variasi waktu, massa, dan daya didapatkan data temperatur dari serbuk  $\text{CaSO}_4$  seperti pada tabel 4.1.



**Tabel 4.1.** Temperatur Endapan Gypsum Anhidrat yang Diradiasi Gelombang Mikro dengan Variasi Waktu, Massa, dan Daya

540 Watt			720 Watt			900 Watt		
Waktu (min)	Massa (gr)	Temperatur (°C)	Waktu (menit)	Massa (gram)	Temperatur (°C)	Waktu (menit)	Massa (gram)	Temperatur (°C)
75	25	226.6	75	25	204.3	75	25	206.9
	50	239.8		50	255.7		50	209.4
	75	254.7		75	218.3		75	219.4
90	25	235.5	90	25	209.1	90	25	201.5
	50	232.1		50	201.6		50	210.9
	75	254.1		75	245.4		75	249.6

Dapat diketahui berdasarkan tabel 4.1 bahwa dengan semakin bertambahnya waktu radiasi maka temperatur serbuk cangkang kerang akan semakin naik. Proses kenaikan temperatur ini disebabkan oleh proses lamanya waktu yang lebih lama, maka material akan menyerap energi gelombang mikro lebih banyak lagi. Sebaliknya, pada proses radiasi dengan variasi massa, dilihat dengan proses naiknya massa material maka temperatur akan semakin meningkat, namun pada radiasi dengan variasi massa daya sebesar 540 watt dengan waktu konstan selama 75 menit, temperatur material menjadi fluktuatif. Hal ini dikarenakan kalsium sulfat termasuk ke dalam material dengan faktor kehilangan dielektrik yang rendah (*low loss material*) sehingga kemampuan menyerap energi gelombang mikro tidak selalu konstan (He dkk, 2013).

Apabila dilihat dari temperatur yang dihasilkan dari proses radiasi gelombang mikro, maka dapat dikatakan bahwa terjadi perubahan temperatur dengan adanya variasi daya, waktu, dan massa. Sedangkan jika dilihat secara visual serbuk gypsum anhidrat tetap berwarna putih meskipun dijumpai ada beberapa yang berwarna agak kelabu akibat adanya radiasi gelombang mikro dengan variasi massa.

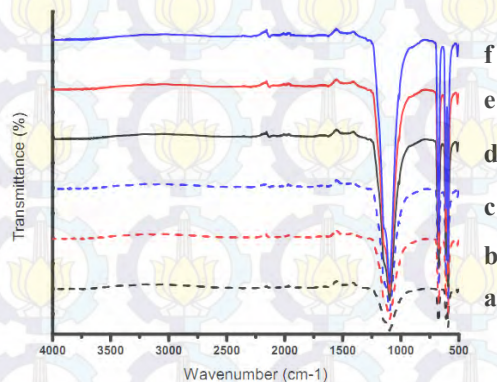
#### 4.1.2. Analisa FTIR Serbuk Gypsum Anhidrat

Pada tahapan analisa pengujian FTIR dilakukan menggunakan metode *Thermo Scientific Nicolet ISI0* untuk Laporan Tugas Akhir

Teknik Material dan Metalurgi FTI-ITS

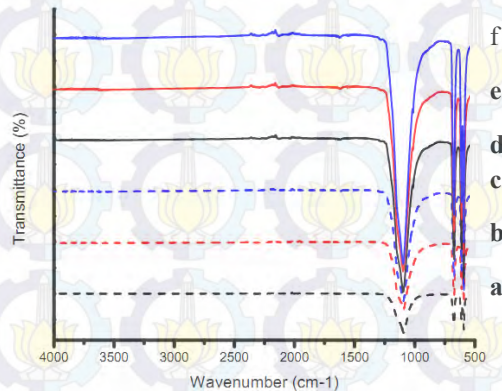


mengidentifikasi senyawa organik maupun anorganik yang ada di dalam material, khususnya fasa kalsium sulfat anhidrat yang terbentuk dari serbuk cangkang kerang. Pada penelitian ini pengujian FTIR dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari variasi daya, massa, dan waktu radiasi gelombang mikro pada serbuk gipsum anhidrat. Hasil FTIR serbuk gipsum anhidrat dengan menggunakan variasi daya input 540, 720, dan 900 watt dengan variasi massa dan waktu yang sama. Hasil dari analisa FTIR tersebut menghasilkan spektrum. Spektrum tersebut menunjukkan adanya gugus gipsum hemihidrat ( $\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$ ), gypsum dihidrat ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) gipsum anhidrat ( $\text{CaSO}_4$ ), sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), dan hidrat ( $\text{H}_2\text{O}$ ). untuk mengetahui variasi daya, massa, dan waktu dapat dilihat pada gambar 4.1 sampai 4.3 berikut ini.

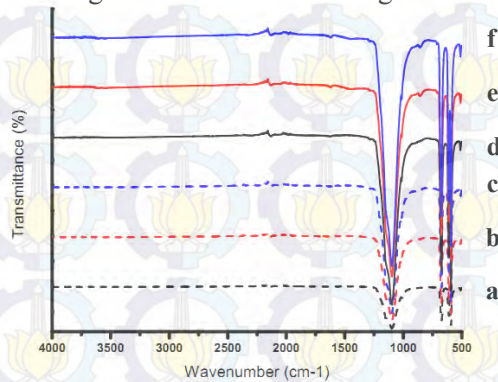


**Gambar 4.1.** Hasil dari analisa FTIR gipsum anhidrat dengan daya 540 : a. 75 menit 25 gram, b. 75 menit 50 gram, c. 75 menit 75 gram, d. 90 menit massa 25 gram, e. 90 menit 50 gram dan f. 90 menit 75 gram





**Gambar 4.2.** Hasil dari analisa FTIR gipsum anhidrat dengan daya 720 watt : a. 75 menit 25 gram, b. 75 menit 50 gram, c. 75 menit 75 gram, d. 90 menit massa 25 gram , e. 90 menit 50 gram dan f. 90 menit 75 gram



**Gambar 4.3.** Hasil dari analisa FTIR gipsum anhidrat dengan daya 900 : a. 75 menit 25 gram, b. 75 menit 50 gram, c. 75 menit 75 gram, d. 90 menit massa 25 gram , e. 90 menit 50 gram dan f. 90 menit 75 gram



Kemudian untuk mengetahui hasil dari tahap absorpsi IR (cm-1) serbuk gipsum anhidrat dengan variasi daya input 540 watt dan variasi massa dan waktu sebagai berikut.

**Tabel 4.2.** Absorpsi IR (cm-1) serbuk gipsum anhidrat dengan daya input 540 watt dan variasi massa dan waktu

Massa (gram)	540 Watt									
	75 menit					90 menit				
	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	CaSO <sub>4</sub> .0 .5H <sub>2</sub> O	CaSO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	H <sub>2</sub> O	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	CaSO <sub>4</sub> .0.5H <sub>2</sub> O	CaSO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	H <sub>2</sub> O
25	-	-	592; 610; 673	511; 1096	-	-	-	512; 592; 610; 673	1096	-
50	-	-	592; 610; 673	512; 1095	-	-	-	592; 673	611; 1096	-
75	-	-	592; 673	511; 1095	-	-	-	592; 673	511; 611; 1096	-

Kemudian untuk mengetahui hasil dari tahap absorpsi IR (cm-1) serbuk gipsum anhidrat dengan variasi daya input 720 watt dan variasi massa dan waktu sebagai berikut.

**Tabel 4.3.** Absorpsi IR (cm-1) serbuk gipsum anhidrat dengan daya input 720 watt dan variasi massa dan waktu

Massa (gram)	720 Watt									
	75 menit					90 menit				
	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	CaSO <sub>4</sub> .0 .5H <sub>2</sub> O	CaSO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	H <sub>2</sub> O	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	CaSO <sub>4</sub> .0.5H <sub>2</sub> O	CaSO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	H <sub>2</sub> O
25	-	-	592; 610; 673	511; 1096	-	-	-	592; 610; 673	511; 1095	-
50	674	-	593; 671	607	1617	-	1111	594; 671	511	-
75	674	-	592; 610	511; 1096	-	674	-	592; 610	511	-



Kemudian untuk mengetahui hasil dari tahap absorpsi IR (cm-1) serbuk gipsum anhidrat dengan variasi daya input 900 watt dan variasi massa dan waktu sebagai berikut

**Tabel 4.4.** Absorpsi IR (cm-1) serbuk gipsum anhidrat dengan daya input 900 watt dan variasi massa dan waktu

Massa (gram)	900 Watt									
	75 menit					90 menit				
	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	CaSO <sub>4</sub> .0 .5H <sub>2</sub> O	CaSO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	H <sub>2</sub> O	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	CaSO <sub>4</sub> .0.5H <sub>2</sub> O	CaSO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	H <sub>2</sub> O
25	-	-	592; 610; 673	511; 1096	-	-	-	592; 610; 673	511; 1095	-
50	674	-	610	511; 1096	-	675	-	593; 610; 1110	-	1617
75	674	-	592; 610	1096	-	-	-	592; 610; 673	511; 1095	-

Dari hasil tabel absorpsi IR yang tertera pada Tabel 4.2, 4.3, dan 4.4 untuk daya input 540 watt secara keseluruhan serbuk gypsum anhidrat mengandung gugus fungsi kalsium sulfat dan sulfat tanpa adanya gugus fungsi hidrat. Sedangkan, dengan variasi parameter daya input 720 dan 900 watt masih mengandung gugus fungsi hidrat. Jadi tidak dijadikan parameter, hal ini disebabkan karena bertambahnya daya pada radiasi gelombang mikro yang mengakibatkan radiasi pada gelombang mikro menjadi turun. Akibat dari menurunnya radiasi gelombang mikro, menyebabkan fibrasi atom-atom pada material input juga mengalami penurunan. Juga panas yang dihasilkan oleh microwave semakin rendah. (Chen, dkk 2010). Karena radiasi yang menurun inilah yang dapat menyebabkan endapan gypsum yang masuk ke dalam microwave tidak bisa bertransformasi penuh menjadi gypsum anhidrat. Hal ini dikarenakan massa dari material yang dipanaskan menggunakan gelombang mikro memegang peranan penting dalam menentukan keefektifan radiasi, dengan massa yang lebih





sedikit maka material akan memberikan respon terhadap gelombang mikro lebih cepat daripada material yang memiliki massa yang lebih besar (Vemer, 2001).

Apabila dilihat dari lamanya proses radiasi gelombang mikro pada waktu antara 75 dan 90 menit akan terdapat perbedaan gugus fungsi. Pada waktu 75 menit serbuk gypsum anhidrat hasil radiasi masih terdapat gugus hidrat, sedangkan dengan waktu 90 menit, gugus hidrat akan ditransformasi semua menjadi anhidrat. Hal ini disebabkan oleh bertambahnya waktu radiasi yang mengakibatkan meningkatnya temperatur (Housova & Hoke, 2002).

Maka dari hasil FTIR serbuk gypsum anhidrat dengan variasi daya, waktu, dan massa diatas maka parameter yang dipilih untuk membuat dental gipsium adalah radiasi menggunakan daya input 540 watt, dengan massa endapan gypsum anhidrat yang masuk sebanyak 50 gram selama 75 menit. Data persen massa serbuk gypsum anhidrat yang dihasilkan lebih banyak yaitu sebesar 23.16% dengan hasil FTIR menunjukkan bahwa gugus fungsi yang dihasilkan sepenuhnya mengandung kalsium sulfat (gipsium anhidrat).

Selain itu dapat dilihat pada parameter massa input 50 gram dengan daya 540 watt selama 75 menit, serbuk gipsium anhidrat yang dihasilkan memiliki densitas 2.14 g/ml dan kelarutan dalam air sebesar 0.27195 g/100ml pada temperatur ruang. Hal ini menunjukkan adanya kesamaan dengan standar safety data sheet untuk kalsium sulfat anhidrat.

#### **4.1.3. Analisa Perhitungan Persen Yield Serbuk Gypsum Anhidrat**

Dari hasil radiasi gelombang mikro selain berpengaruh terhadap temperatur, maka berpengaruh pula terhadap massa gypsum anhidrat yang berubah. Akibat adanya radiasi gelombang mikro pada endapan gipsium anhidrat, persentase endapan gipsium anhidrat yang berubah menjadi serbuk gypsum



anhidrat juga bervariasi dengan dilihat dari massa awal dan akhirnya.

Pada Tabel 4.5 dapat dilihat bahwa persentase massa endapan gypsum anhidrat yang berubah menjadi serbuk gypsum anhidrat beragam, dari 9.77 % sampai 59.74 %, terlihat pada massa 50 gram terdapat massa persen yang paling tinggi, kecuali pada variasi daya 720 watt dan 900 watt. Namun pada daya 540 watt dengan parameter waktu 75 dan 90 menit, persen massa serbuk gipsum anhidrat lebih rendah dari massa gipsum anhidrat 25 gram. Pada daya 900 watt dengan parameter waktu 75 menit, persen massa serbuk gipsum anhidrat terbentuk tetapi lebih rendah daripada massa 75 gram. Dalam hal ini disebabkan karena terjadinya munculnya endapan pada serbuk gipsum anhidrat yang telah dimasukkan ke dalam microwave sehingga mengandung banyak air. Endapan serbuk gipsum anhidrat menjadi berkurang setelah adanya air yang terkandung di dalam endapan yang tidak terserap dengan baik.



**Tabel 4.5.** Hasil Analisa Persentase Yield  
Serbuk Gypsum Anhidrat

Parameter		Massa Awal	Massa Akhir	% Yield
Daya	Waktu			
540	75	25	5.24	20.96
	90		5.9928	23.97
	75	50	11.5795	23.16
	90		5.8313	11.66
	75	75	16.20	21.6
	90		7.3261	9.77
720	75	25	4.42	17.68
	90		5.76	23.04
900	75	25	9.4419	37.77
	90		11.9677	47.87
	90	75	27.7207	36.96

#### 4.1.4. Analisa Perhitungan Densitas dan Solubilitas

Pada analisa perhitungan densitas dan solubilitas dari serbuk gipsum anhidrat yang dilakukan dengan beberapa jenis perhitunga. Perhitungan diantaranya adalah,perhitungan densitas, perhitungan kelarutan dalam air, dan pengujian berat molekul. Perhitungan densitas dilakukan dengan menggunakan pycnometer.

Densitas dihitung dengan menggunakan persamaan 3.2.

$$\rho_s = \rho_{fl} \frac{m_s}{m_{fl} - m_{(s+fl)} + m_s} \dots \dots \dots (2)$$

Sedangkan solubilitas dihitung dengan menggunakan persamaan 3.3.

$$S = \frac{m_o - m_i}{m_o} \dots \dots \dots (3)$$





Hasil dari perhitungan densitas, solubilitas, dan berat molekul dari serbuk gipsum anhidrat dapat dilihat pada Tabel 4.6.

**Tabel 4.6.** Perhitungan Densitas, Solubilitas, dan Berat Molekul

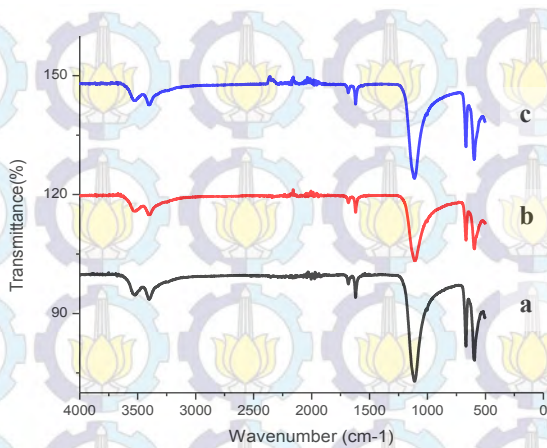
Parameter			Densitas	Solubilitas
Daya	Massa	Waktu		
540	25	75	2.24	0.14
		90	3.16	0.07
	50	75	2.14	0.27
		90	2.4	0.27
	75	75	3.56	0.23
		90	2.39	0.21
720	25	75	1.54	0.34
		90	3.95	0.12
900	25	75	2.74	0.17
		90	2.18	0.28
	75	90	2.49	0.30

## 4.2. Dental Gypsum

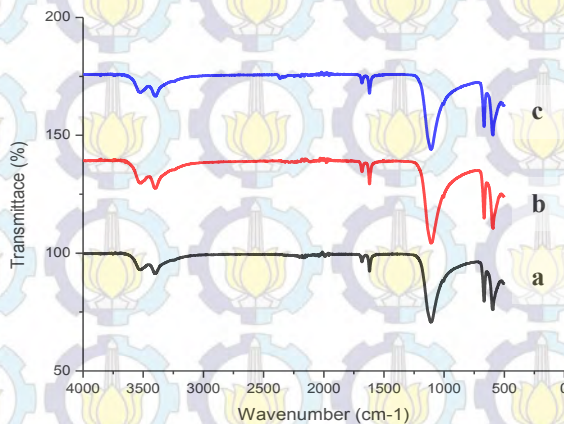
### 4.2.1. Analisa Hasil FTIR Dental Gypsum

Dari hasil tahap pengujian FTIR dental gipsum yang dilakukan dengan menggunakan metode Thermo Scientific Nicolet ISI0 untuk menganalisa gugus fungsi yang terbentuk pada dental gipsum. Dapat dilihat pada gambar 4.4 sampai 4.6 menjelaskan adanya peak yang terdapat pada dental gipsum yang menunjukkan gugus fungsi dari dental gipsum.

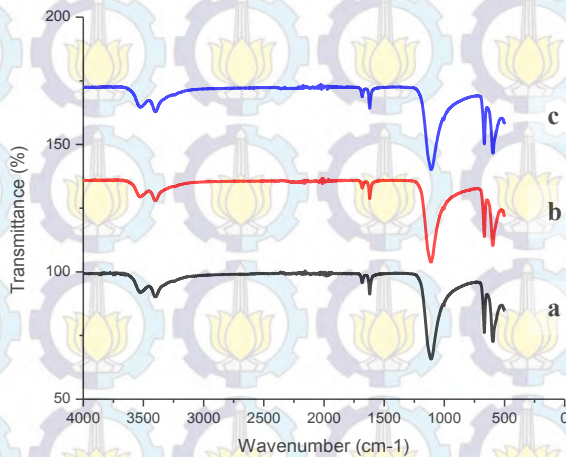
Gugus fungsi tersebut mendominasi semua parameter dental gipsum. Dan hasil dari FTIR pada wavenumber 1500 - 4000  $\text{cm}^{-1}$  mulai muncul adanya peak yang menunjukkan adanya gugus fungsi hidrat ( $\text{H}_2\text{O}$ ) dan hidroksida ( $\text{O-H}$ ).



**Gambar 4.4.** Hasil FTIR Dental Gypsum II dengan variasi air :  
a. 0.45 ml b. 0.47 ml c. 0.50 ml



**Gambar 4.5.** Hasil FTIR Dental Gypsum III dengan variasi air :  
a. 0.28 ml b. 0.29 ml c. 0.30 ml



**Gambar 4.6.** Hasil FTIR Dental Gypsum IV dengan variasi air :  
a. 0.22 ml b. 0.23 ml c. 0.24 ml

Pada gambar di atas menunjukkan gugus fungsi dari dental gipsum dengan variasi rasio serbuk gipsum anhidrat - air. Dari hasil FTIR dental gipsum tipe II, III, dan IV bahwa ketiga spektrum tersebut terlihat memiliki pada spektrum yang mirip. Pada spektrum infrared tersebut diketahui memiliki empat daerah yang memiliki ciri yang khas yakni pada daerah fingerprint, daerah ikatan rangkap dua, daerah ikatan rangkap tiga dan daerah X-H stretching (Stuart, 2004).

Daerah X-H stretching ( $4000\text{--}2500\text{ cm}^{-1}$ ) menunjukkan adanya gugus fungsi O-H ikatan hidrogen, O-H asam karboksilat monomer dan O-H alkohol monomer. Pada dental gipsum II dari variasi air 0.45, 0.47, 0.50 ml terdapat gugus fungsi O-H ikatan hidrogen muncul pada angka gelombang  $3500\text{ cm}^{-1}$ . Dental gipsum III dari variasi air 0.28, 0.29, 0.30 ml terdapat gugus fungsi O-H ikatan hidrogen muncul pada angka gelombang  $3500\text{ cm}^{-1}$ . Sedangkan dental gipsum IV dari variasi





air 0.22, 0.23 , 0.24 ml terdapat gugus fungsi O-H ikatan hidrogen muncul pada angka gelombang  $3500\text{ cm}^{-1}$ . Hasil tersebut sama semua dari dental gipsum II, III, dan IV. Gugus fungsi O-H ini menunjukkan adanya  $\text{H}_2\text{O}$  dari gipsum (Mandal & Tanuj, 2002).

Waktu setting dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya faktor kemurnian. Ketidakmurniaan yang dimaksud dalam pembahasan ini adalah masih terkandungnya kristal dihidrat dalam serbuk gipsum anhidrat yang dibuat. Hal ini dimungkinkan banyaknya gugus fungsi O-H dalam dental gipsum tipe II, III, dan IV. Selain itu kandungan gugus fungsi O-H yang banyak juga menyebabkan timbulnya pengotor gugus fungsi N-H amida yang ada masing-masing tipe dental gipsum.

Gugus fungsi O-H yang banyak ini mungkin disebabkan oleh ukuran partikel yang besar (100 mesh), pemanasan dental gipsum yang kurang lama dan pemanasan yang kurang merata pada seluruh permukaan serbuk gipsum anhidrat. Hal ini dapat terjadi karena keterbatasan alat. Oven vakum (autoclave) yang ada tidak memungkinkan dilakukan pembakaran dengan cara diputar , sehingga pemanasan tidak merata pada seluruh permukaan serbuk gipsum anhidrat (Amun dkk, 2007).

Berikut ini adalah tentang hasil proses absorpsi Tabel 4.7 ( $\text{cm}^{-1}$ ) Dental Gypsum dengan Variasi Rasio Serbuk – Air Gypsum Anhidrat



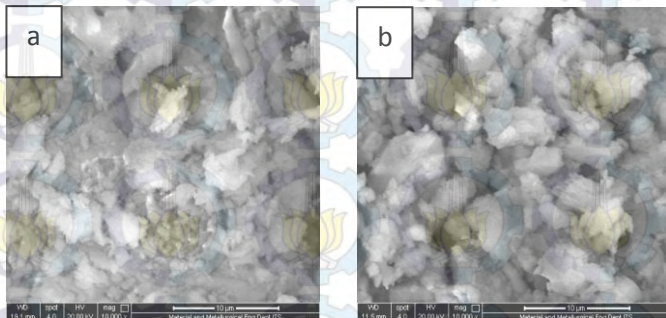
**Tabel 4.7.** Absorpsi IR ( $\text{cm}^{-1}$ ) Dental Gypsum dengan Variasi Rasio Serbuk – Air Gypsum Anhidrat

Dental Gypsum (DG)	Rasio Serbuk -Air Gypsum Anhidrat			
	N-H	CaSO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	O-H
DG II 0.45	3526	1111	594	3401
	-	668	-	1682
	-	-	-	1620
DG II 0.47	3522	1108	593	3402
	-	667	-	1682
	-	-	-	1620
DG II 0.50	3521	1112	597	3400
	-	667	-	1683
	-	-	-	1620
DG III 0.28	3522	1108	593	3402
	-	667	-	2157
	-	-	-	1990
DG III 0.29	3521	1107	593	3399
	-	667	-	1682
	-	-	-	1619
DG III 0.30	3527	1109	593	3398
	-	667	-	2364
	-	-	-	1682
	-	-	-	1620
DG IV 0.22	3525	1110	-	3399
	-	667	-	1682
	-	597	-	1620
DG IV 0.23	3521	1111	-	3399
	-	667	-	1682
	-	598	-	1620
DG IV 0.24	3520	1108	593	3399
	-	667	-	1682
	-	-	-	1620

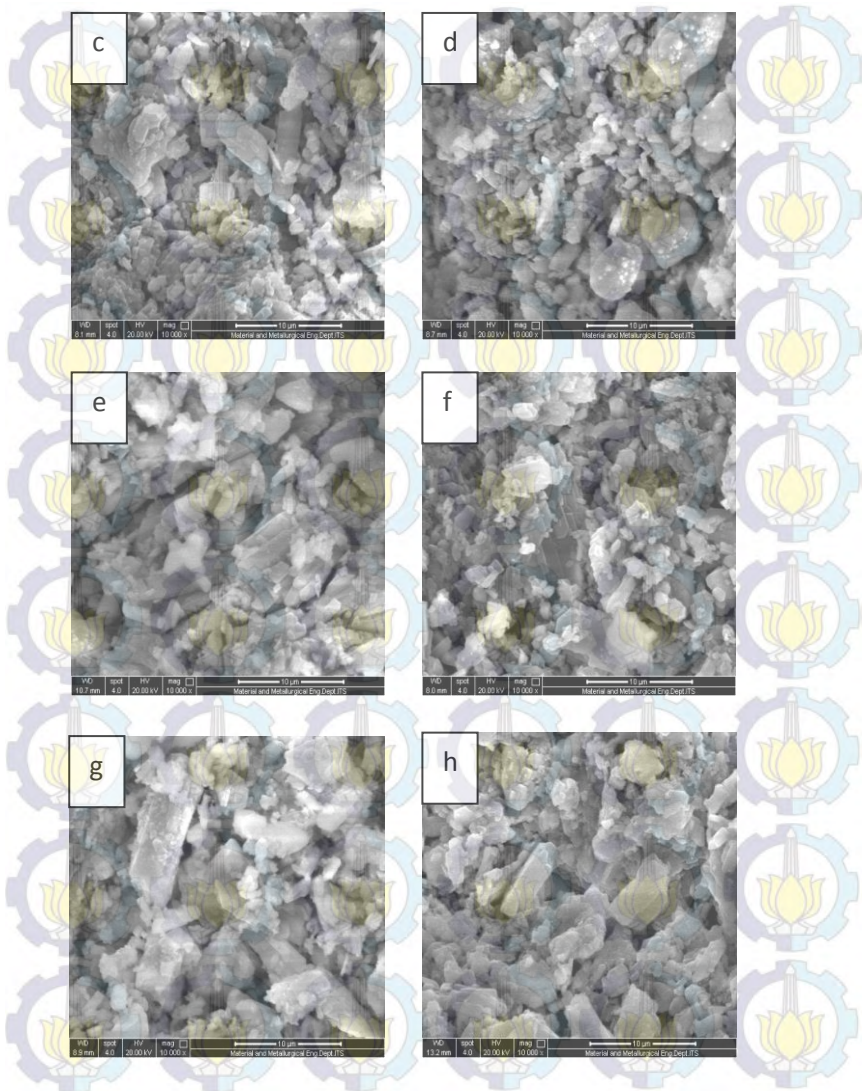


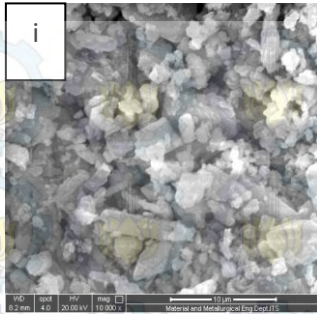
#### 4.2.2. Analisa Morfologi

Setelah dilakukan proses radiasi gelombang mikro (microwave), pengujian compressive strength dan juga water absorption terhadap serbuk cangkang kerang pada dental gipsum, maka dilakukan pengujian FTIR untuk mengetahui pengaruh variasi daya, waktu, dan massa dalam proses tersebut. Sehingga didapatkan data kandungan, fasa, struktur, dan kristalinitas yang terbentuk. Kemudian serbuk disaring dengan metode sieving untuk dibentuk cetakan dental dengan tiga tipe yang dibutuhkan yaitu dental gipsum tipe II, dental gipsum tipe III, dan dental gipsum tipe IV. Untuk mengetahui bentuk morfologi, distribusi ukuran partikel, dan presentase unsur pada serbuk cangkang kerang, maka perlu dilakukan pengujian menggunakan *Scanning Electron Microscope*. Pengamatan *Scanning Electron Microscope* dilakukan dengan menggunakan mesin *FEI INSPECT S50*. Hasil dari pengujian menggunakan SEM dapat dilihat dental gipsum tipe II, III, dan IV pada gambar 4.7 sampai 4.8.

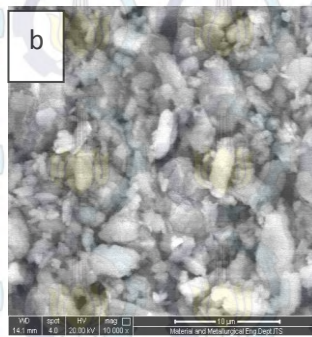
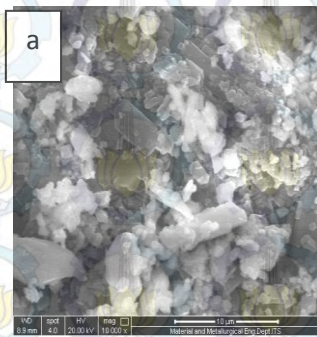


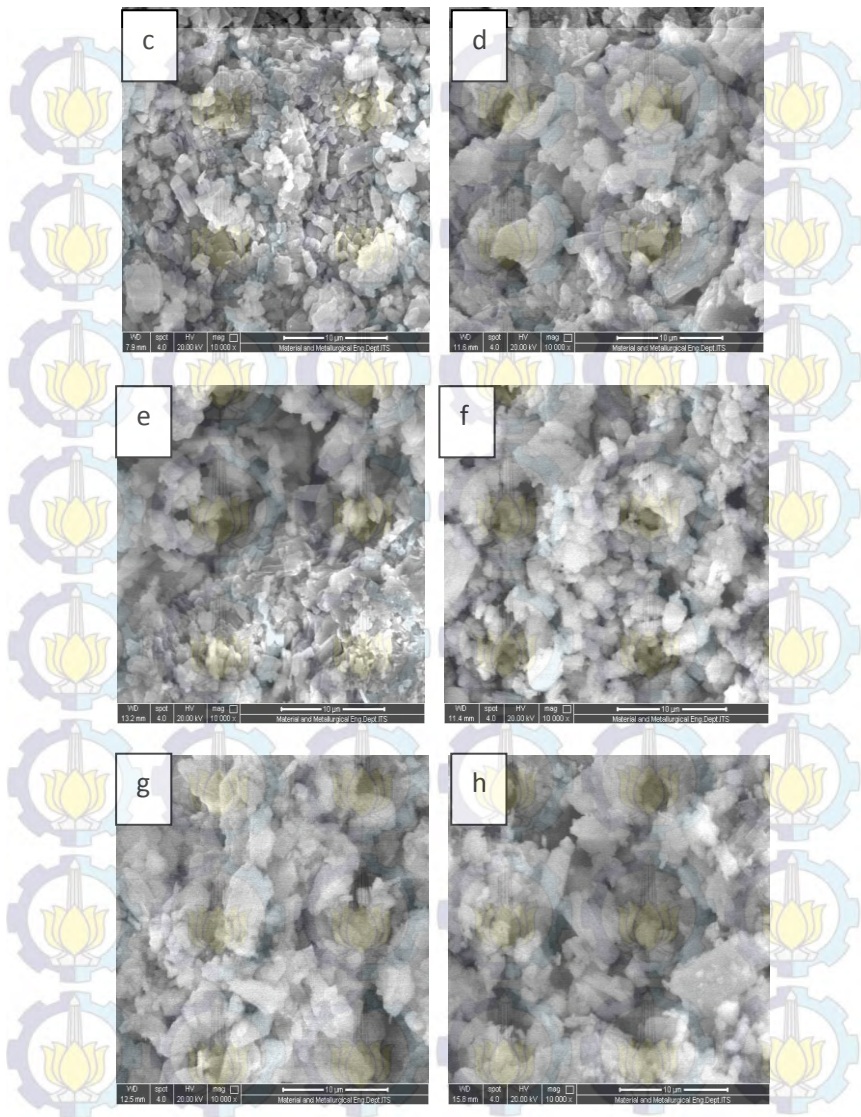




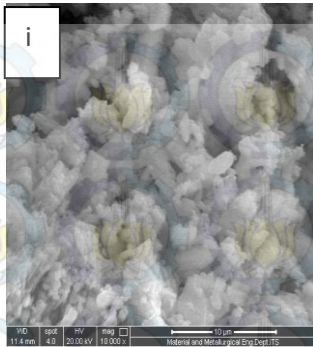


**Gambar 4.7.** Hasil Pengujian SEM dental gipsum pada permukaan a) DG II 0.45 ml, b) DG II 0.47 ml, c) DG II 0.50 ml, d) DG III 0.28 ml, e) DG III 0.29 ml, f) DG III 0.30 ml g) DG IV 0.22 ml h) DG IV 0.23 ml i) DG IV 0.24 ml

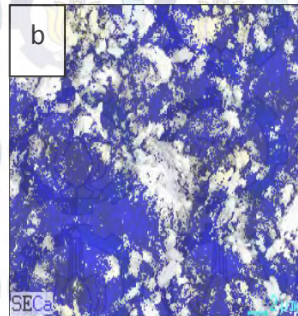
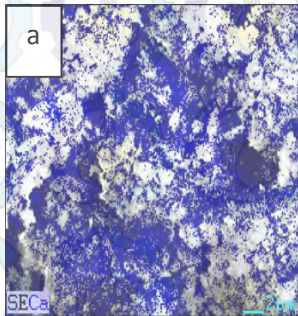


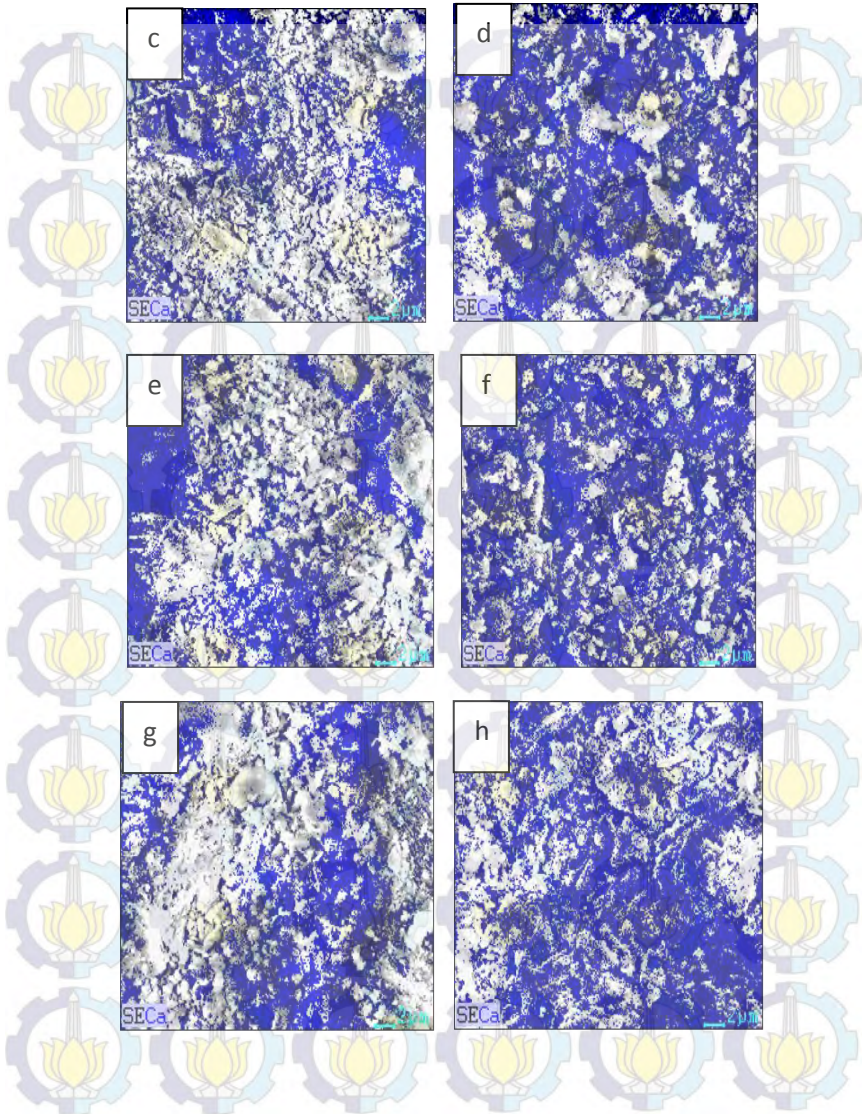




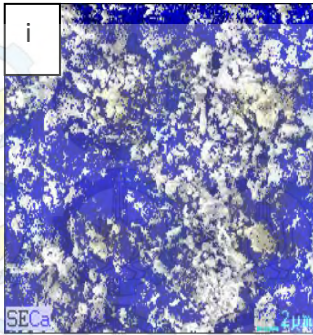


**Gambar 4.8.** Hasil Pengujian SEM dental gipsum pada penampang a) DG II 0.45 ml, b) DG II 0.47 ml, c) DG II 0.50 ml, d) DG III 0.28 ml, e) DG III 0.29 ml, f) DG III 0.30 ml g) DG IV 0.22 ml h) DG IV 0.23 ml i) DG IV 0.24 ml

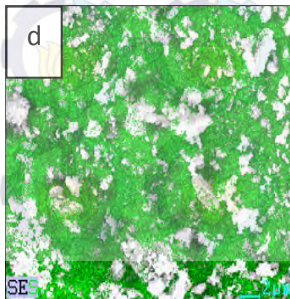
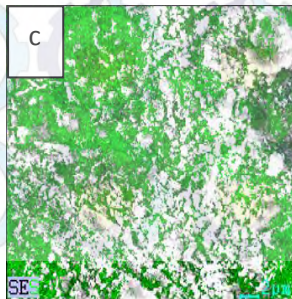
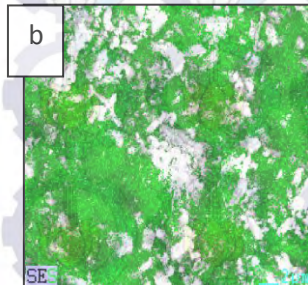
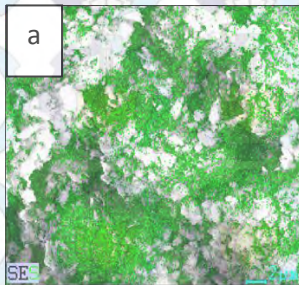




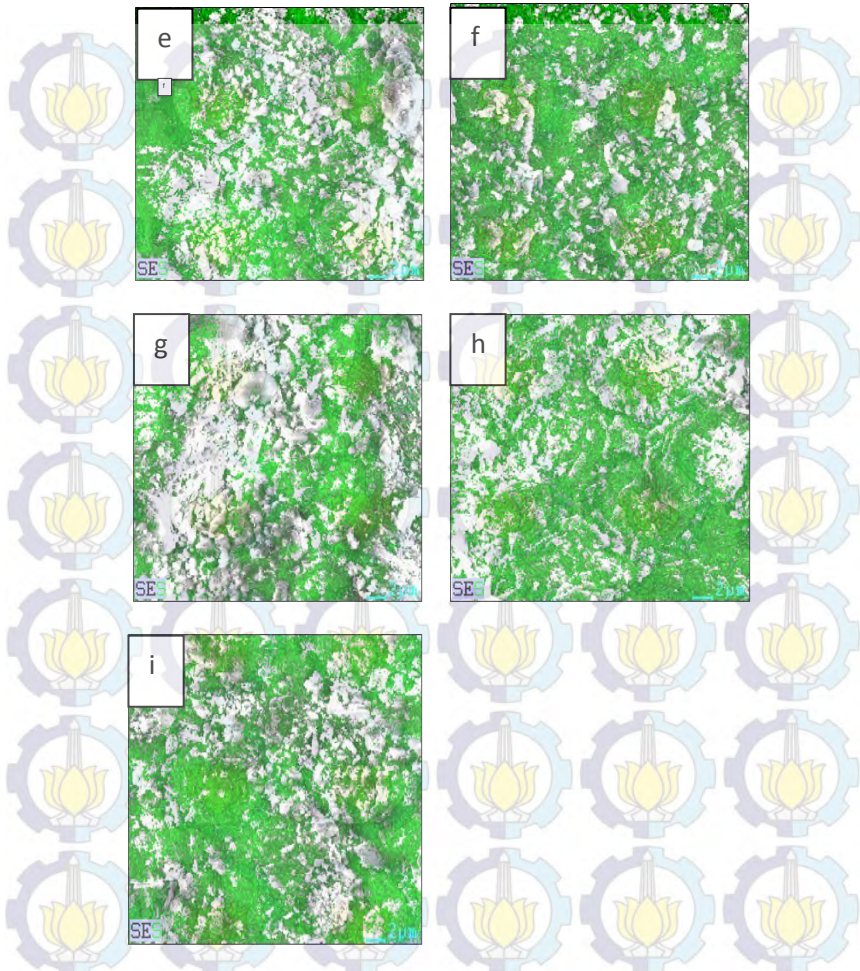




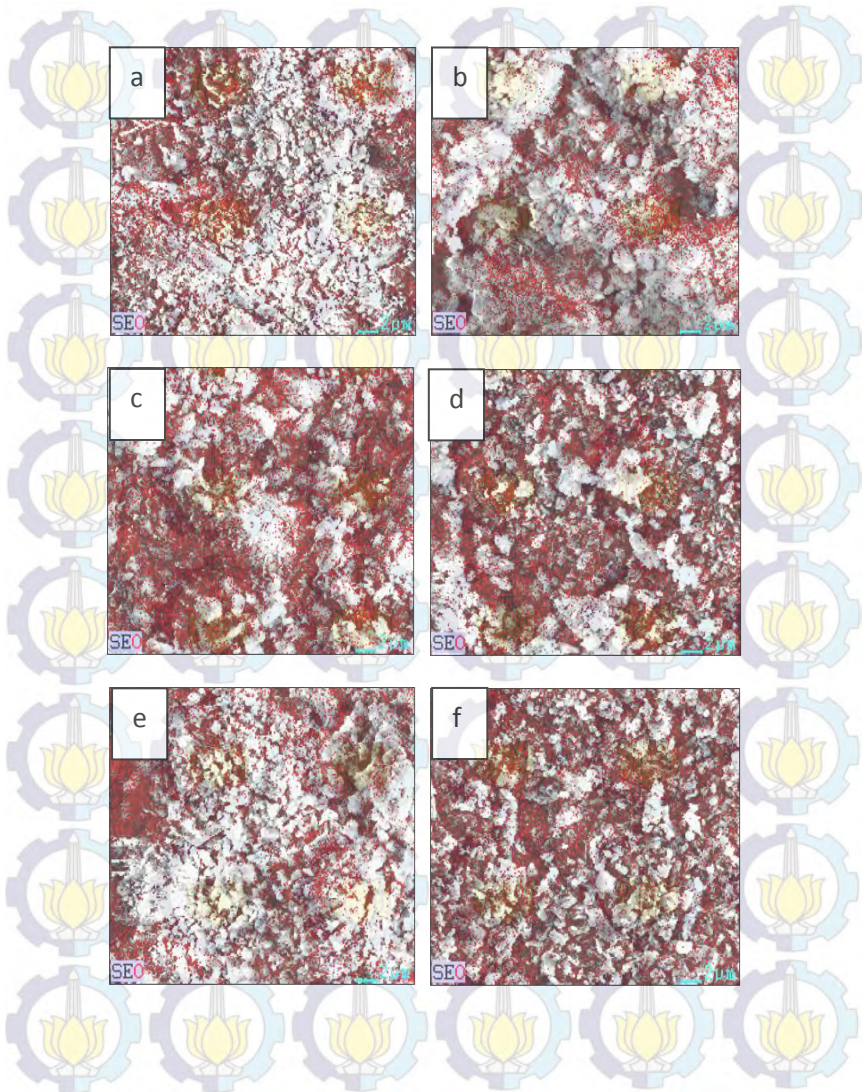
**Gambar 4.9.** Persebaran Unsur Kalsium (Warna Biru) Pada Dental Gypsum a) DG II 0.45 ml, b) DG II 0.47 ml, c) DG II 0.50 ml, d) DG III 0.28 ml, e) DG III 0.29 ml, f) DG III 0.30 ml g) DG IV 0.22 ml h) DG IV 0.23 ml i) DG IV 0.24 ml



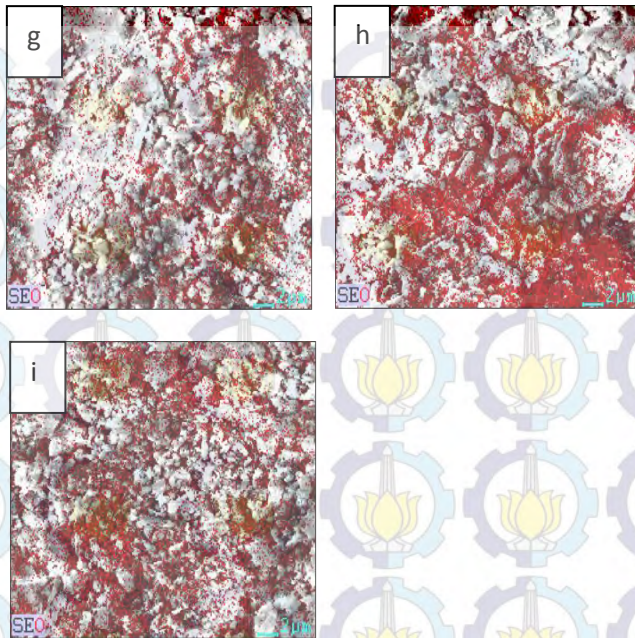




**Gambar 4.10.** Persebaran Unsur Sulfur (Warna Hijau) Pada Dental Gypsum a) DG II 0.45 ml, b) DG II 0.47 ml, c) DG II 0.50 ml, d) DG III 0.28 ml, e) DG III 0.29 ml, f) DG III 0.30 ml g)DG IV 0.22 ml h)DG IV 0.23 ml i)DG IV 0.24 ml







**Gambar 4.11.** Persebaran Unsur Oksigen (Warna Merah) Pada Dental Gypsum a) DG II 0.45 ml, b) DG II 0.47 ml, c) DG II 0.50 ml, d) DG III 0.28 ml, e) DG III 0.29 ml, f) DG III 0.30 ml g) DG IV 0.22 ml h) DG IV 0.23 ml i) DG IV 0.24 ml

Gambar 4.7 memperlihatkan distribusi dental gipsum pada tipe II, III, dan IV yang diradiasi gelombang mikro dengan massa 50 gram daya 540 watt 75 menit. Dengan melihat gambar tersebut dapat dikatakan bahwa telah berhasil *diseiving* dan dibuat cetakan dental gipsum menurut gelombang mikro sehingga menjadi serbuk dengan ukuran partikel yang halus.

Dental Gypsum pada tipe II memiliki struktur kristal pertama yaitu bentuk jarum seperti kristal, bentuknya irregular dengan kapilar yang berpori, dan dikemas longgar dalam bentuk kristal dental plaster. Sedangkan dental gipsum tipe III dan IV





memiliki struktur kristal yaitu bentuk batang dan prisma seperti kristal, bentuk regular, dan dikemas dengan tertutup dalam bentuk kristal dental stone dan dental stone high strength.

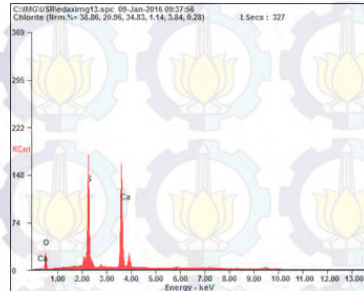
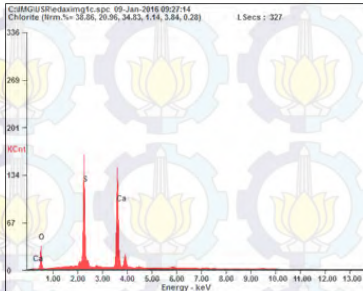
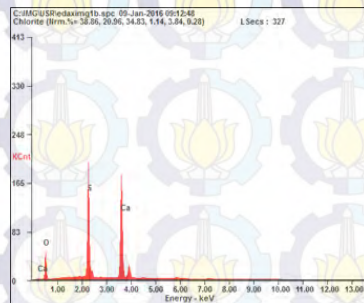
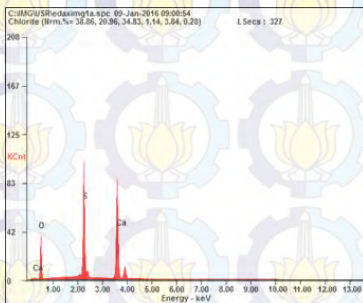
Pada gambar 4.7 menunjukkan dental gipsum tipe II seperti jarum pada struktur kristalnya dan jarak antara kristal yang lain sangat jauh. Gambar 4.7 menunjukkan dental gipsum tipe III dan prisma yang panjang-panjang ukuran kristalnya dan jarak antar satu sama lain sangat sempit. Dan gambar 4.7 menunjukkan dental gipsum tipe IV sama seperti hal dental gipsum tipe III ciri-ciri gambar tersebut. Selain distribusi ukuran, pengujian SEM juga digunakan untuk melihat morfologi dari dental gipsum tipe II, III, dan IV. Gambar hasil SEM yang memperlihatkan morfologi dental gipsum tipe II, II, dan IV dapat dilihat pada gambar 4.7 (a,b,c,d,e,f,g,h,i,j) untuk bagian permukaan dental gipsum dan 4.8 (a,b,c,d,e,f,g,h,i,j) untuk bagian penampang dental gipsum.

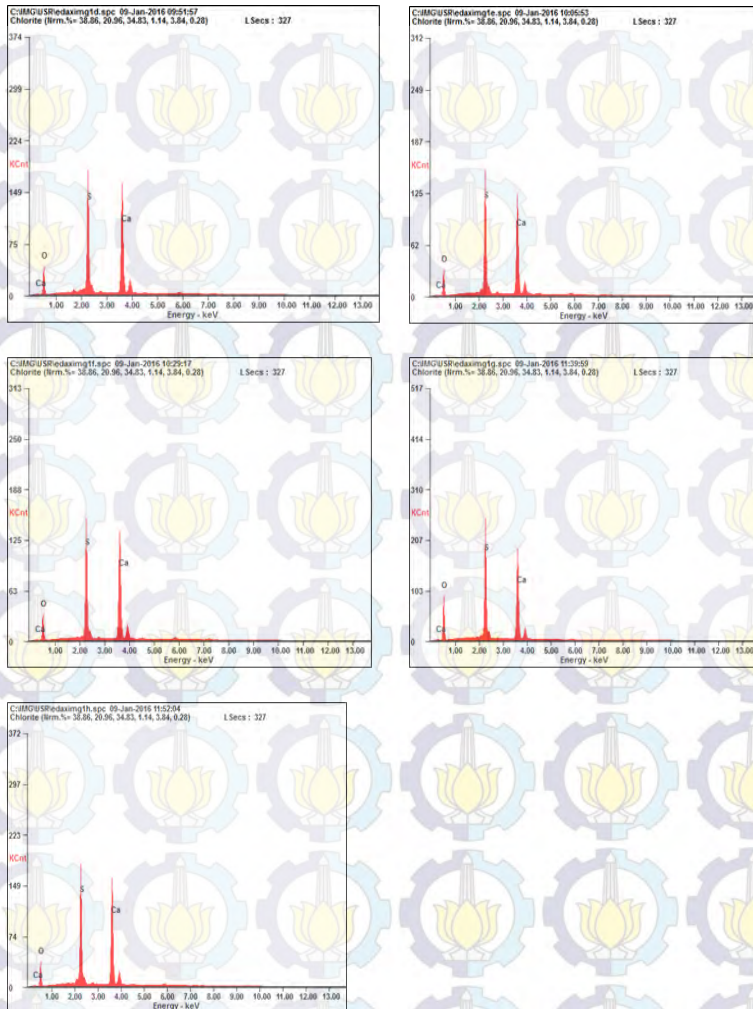
Dental gipsum yang bagian permukaan dan penampang berbentuk prisma tidak jauh beda tergantung tipe dental gipsum. Hasil yang sama juga didapatkan oleh Ranganathan, A (2013) bahwa *dental plaster* dan *dental stone* sangat berbeda dari segi ukuran, bentuk, dan dikemasnya struktur kristal tersebut. Sesuai dengan hasil FTIR, serbuk cangkang kerang yang diradiasi dengan variasi massa memperlihatkan bahwa semakin banyak massa yang digunakan maka semakin banyak fasa kalsium sulfat anhidrat, sedangkan dengan penambahan daya membuat serbuk cangkang kerang memiliki fasa kalsium sulfat anhidrat sangat sedikit melainkan yang banyak pengotornya.

Setelah dilakukan pengujian untuk mengetahui gugus, dari serbuk cangkang kerang dan morfologi dental gipsum tipe II, II, dan IV, selanjutnya dilakukan pengujian untuk mengetahui kandungan unsurnya. Gambar 4.12 menunjukkan spektrum EDX dental gipsum tipe II, II, dan IV. Dari kedua gambar spektrum EDX tersebut mengindikasikan bahwa unsur yang terdapat pada dental gipsum yaitu karbon, oksigen, kalsium dan sulfur dengan perbandingan persen berat dan



persen atomik yang dapat dilihat pada tabel setiap hasil EDX. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dental gipsium yang telah diradiasi gelombang mikro dengan daya 540 watt radiasi 75 menit dan dengan massa 50 gram merupakan kalsium sulfat anhidrat yang murni tanpa ada unsur yang lain.





**Gambar 4.12.** Spektrum EDX Dental Gypsum (DG) yang telah diradiasi gelombang mikro pada daya 540 watt 75 menit dengan massa 50 gram a) DG II 0.45 ml, b) DG II 0.47 ml, c) DG II





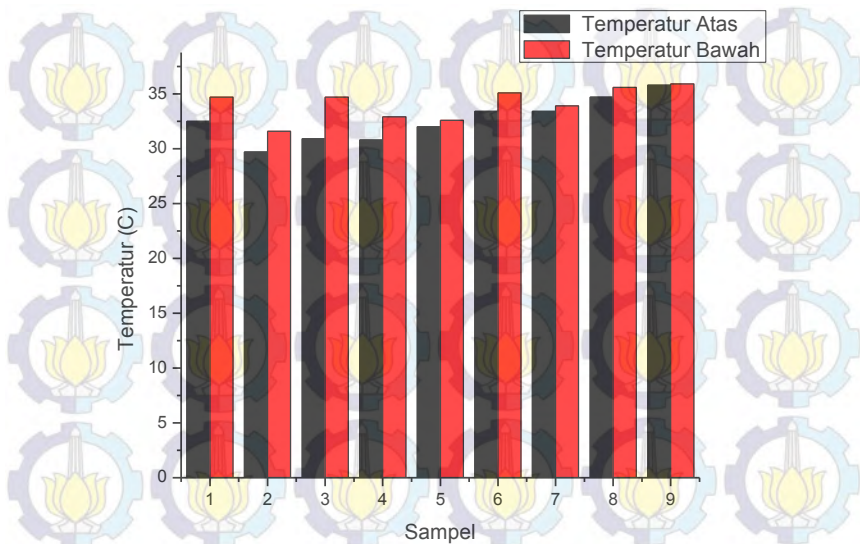
0.50 ml, d) DG III 0.28 ml, e) DG III 0.29 ml, f) DG III 0.30 ml  
g) DG IV 0.22 ml h) DG IV 0.23 ml i) DG IV 0.24 ml

#### **4.2.3. Analisa Perhitungan Temperatur dan Waktu Setting**

Pada tahap analisa perhitungan dengan temperatur dan waktu setting dilakukan dengan menggunakan bantuan alat termometer inframerah (Dekko Infrared Thermometer 550) dan stopwatch. Dental gipsium yang telah jadi, dicetak menjadi ukuran 30mmx30mmx30mm dengan cara memotong, dan menempelnya dengan air. Temperatur setting diukur dengan menembakkan termometer inframerah pada bagian atas dan bawah dari cetakan gips (dental gipsium).

Berikut adalah Grafik 4.13 dan 4.14 yang menjelaskan temperatur bagian atas dan bawah pada cetakan gips (dental gipsium) serta waktu setting dari dental gipsium.

Pada Grafik 4.13 menjelaskan tentang grafik temperatur setting dari masing masing sampel. Pada parameter variasi rasio serbuk gipsium dan air, semakin banyak rasio serbuk gipsium anhidrat dan air maka semakin rendah temperatur setting.



**Grafik 4.13.** Grafik Temperatur Dental Gypsum

Meskipun efek temperatur pada waktu pengerasan cenderung menyestatkan dan mungkin bervariasi dari tipe *plaster/stone* satu dan lainnya, sedikit perubahan terjadi antara 0°C (32°F) dan 50°C (120°F), tetapi bila temperatur adukan plaster-air meningkat kurang lebih 50°C (120°F), peningkatan perlambatan terjadi bertahap. Begitu temperatur mencapai 100°C (212°F), tidak ada reaksi yang terjadi (Annussavice KJ Phillips, 2003).

Grafik 4.14 menjelaskan tentang grafik waktu dari masing masing sampel. Pada parameter variasi rasio serbuk gipsium dan air, masing – masing dari 9 sampel memiliki waktu pengadukan yang sama 1 menit.

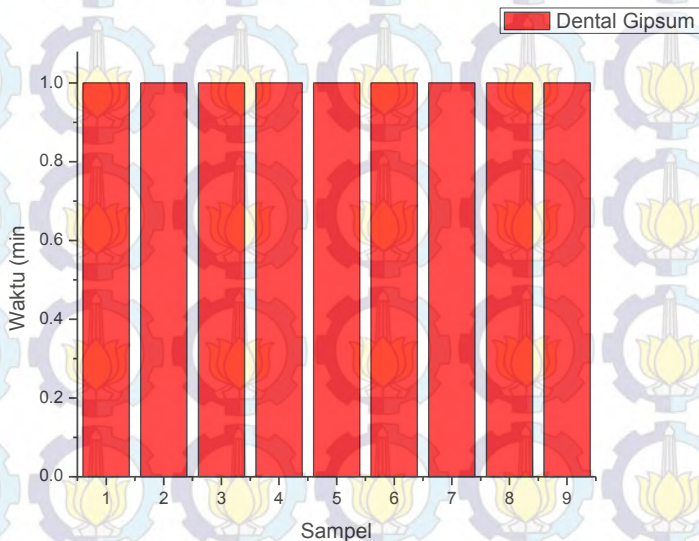
Pada proses pencampuran, atau yang biasa disebut spatulasi, memiliki efek yang pasti pada waktu pengerasan (*setting time*) dan ekspansi pengerasan dari bahan.



Dalam penelitian, peningkatan dalam jumlah spatulasi atau pengadukan (baik kecepatan pengadukan atau waktu ataupun keduanya) akan memperpendek waktu pengerasan (Craig RG, 2012).

Sebagian kristal gipsum terbentuk langsung ketika *dental plaster* atau *dental stone* berkontak langsung dengan air. Begitu pengadukan dimulai, pembentukan kristal ini meningkat, pada saat yang sama, kristal-kristal diputuskan oleh spatula pengaduk dan didistribusikan merata dalam adukan dengan hasil pembentukan lebih banyak nukleus kristalisasi (Annussavice KJ Phillips, 2003)

Waktu pengadukan juga mempengaruhi kekuatan gipsum. Bila adukan terlalu lama diaduk, kristal-kristal gipsum yang terbentuk menjadi pecah, dan lebih sedikit jalinan kristal yang terbentuk pada hasil akhir (Fitriyani S, 2009)



**Grafik 4.14.** Grafik Waktu Dental Gypsum





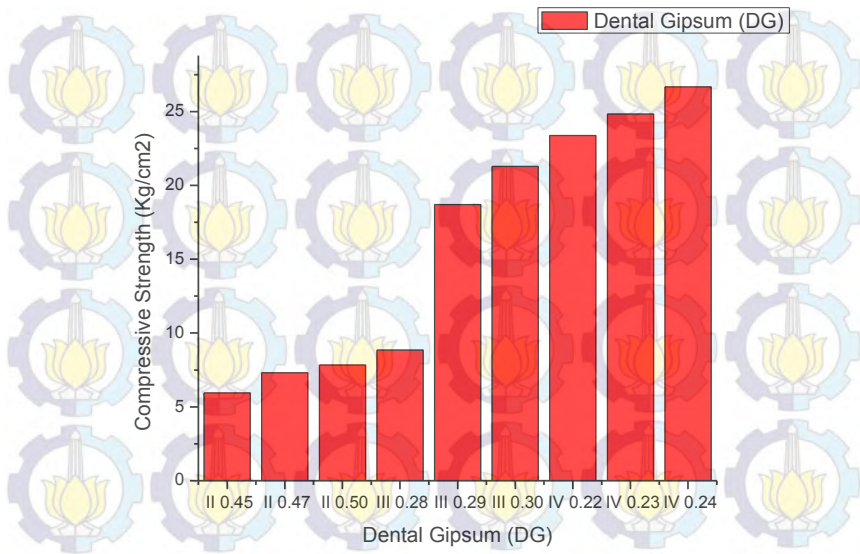
---

#### 4.2.4. Analisa Sifat Mekanik

Pada analisa sifat mekanik dental gipsum dilakukan menggunakan pengujian kuat tekan. Pengujian kuat tekan dilakukan menggunakan mesin uji universal. Hasil pengujian kuat tekan dental gipsum dapat dilihat pada Grafik 4.15.

Grafik 4.15 tersebut menjelaskan tentang pengaruh rasio air dan serbuk gipsum anhidrat terhadap kekuatan tekan gips (dental gipsum). Dan juga analisa tentang sifat mekanik dari serbuk cangkang kerang yaitu dengan cara pengamatan pada cetakan dental II, dental III, dan dental IV.

Analisis sifat mekanik pada serbuk gipsum anhidrat erat kaitannya dengan setting time. Sebab, meskipun efek dari temperatur pada waktu pengerasan cenderung bervariasi dari tipe gipsum anhidrat namun sedikitnya mengalami perubahan antara  $0^{\circ}$  ( $32^{\circ}\text{F}$ ) dan  $50^{\circ}\text{C}$  ( $120^{\circ}\text{F}$ ) tetapi jika temperatur adukan rasio air meningkat kurang dari  $50^{\circ}\text{C}$  ( $120^{\circ}\text{F}$ ) peningkatan akan mengalami perlambatan bertahap. Namun, ketika temperatur mencapai  $100^{\circ}\text{C}$  ( $212^{\circ}\text{F}$ ) tidak akan terjadi reaksi (Annussavice, 2003).



**Grafik 4.15.** Grafik Compressive Strength

Sehingga didapatkan melalui hasil pengujian compressive strength disebabkan karena pemberian air yang sedikit yang membuatnya semakin lengkap. Ini adalah metode dari pencampuran yang biasa membuat impact dan ditampilkan, disana nomer dari variable yang mana bisa menjadi manipulasi untuk mengubah sifat fisik dari macam-macam bahan gipsium (Benton, 1992).

Pada gambar tersebut bahwa semakin tinggi kekuatan kompresi dari tipe II ke tipe III dengan adanya kecepatan dan waktu pengadukan mempengaruhi kekuatan kompresi dental gipsium. Peningkatan waktu pengadukan akan meningkatkan kekuatan kompresi dental gipsium. Namun, apabila pengadukan dilakukan lebih dari 1 menit akan mengakibatkan kristal- kristal gipsium yang telah terbentuk menjadi pecah dan jalinan kristal yang terbentuk pada hasil akhir akan lebih sedikit.



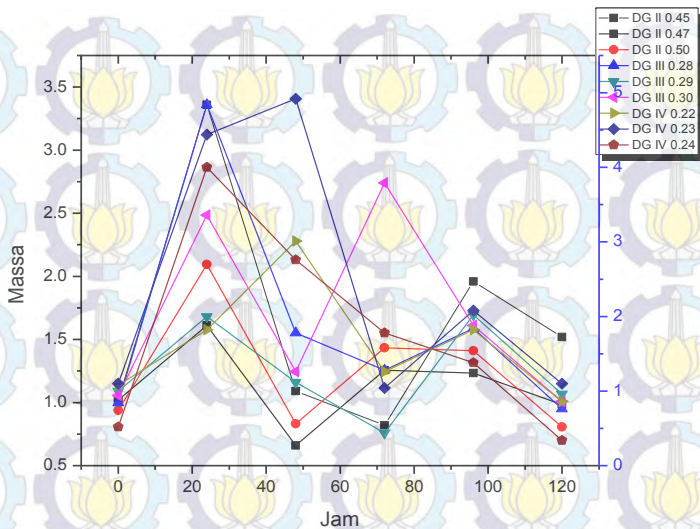
Kekuatan tekan dipengaruhi oleh beberapa factor diantaranya ketidakmurnian, kepada antar partikel yang lebih sedikit dan terjadi mikroporositas pada campuran gipsum anhidrat. Kelebihan jumlah gugus fungsi O-H menyebabkan kekuatan tekan menurun (Annussavice, 2003 : 162).

Secara umum kekuatan berbanding terbalik dengan rasio air dan bubuk dan juga jumlah dari sifat porositas. Oleh karena itu, ketika kekuatan maksimal dibutuhkan, bahan tersebut harus dicampur dengan rasio air dan bubuk yang sesuai. Faktor yang terbatas adalah viskositas atau kekentalan dari pencampuran, karena ini akan meningkat seiring dengan menurunnya rasio air dan bubuk dan dapat menjadi sangat tinggi saat kemampuan untuk penuangan (O' Brien J,dkk, 2002 ).

#### **4.2.5. Analisa Hasil Perhitungan Water Absorbtion**

Pada tahap analisa perhitungan water absorbtion dilakukan dengan menghitung selisih massa dental gypsum yang telah direndam dengan dental gipsum sebelum direndam. Monitoring perhitungan water absorbtion ini dilakukan selama 24 jam. Hasil dari Perhitungan water absorbtion dapat dilihat pada Grafik 4.16.





**Grafik 4.16. Grafik Water Absorption**

Jika dilihat pada Grafik 4.16 menjelaskan terdapat adanya pengaruh rasio air dan serbuk gipsum terhadap kemampuan dental gipsum untuk menyerap air. Pada sampel 1 sampai 9 semakin banyak kandungan air, semakin sedikit penyerapan air selama 5 hari tidak terlalu banyak menyerap air. Semakin sedikit kandungan air, semakin banyak penyerapan air tetapi kandungan air akan kembali sedikit lagi. Hasilnya yakni, semakin tinggi rasio air dan serbuk gipsum maka semakin sedikit juga kemampuan dental gipsum untuk menyerap air. Hal ini terlihat dari pengujian analisis water absorption jika dibandingkan dengan hasil dari pengujian SEM, parameter rasio air dan serbuk gipsum anhidrat.

Selanjutnya, dari hasil uji SEM pada ketiga sampel sudah menunjukkan bahwa sampel memiliki bentuk struktur kristal dengan porositas yang tinggi. Porositas yang tinggi ini



berdampak pada water absorption yang semakin meningkat sehingga daya serap akan meningkat (Weber, 1938). Rasio air dan serbuk gipsium anhidrat yang semakin tinggi maka semakin tinggi porositas yang terbentuk. Porositas ini mempengaruhi water absorption dan sifat lain seperti kekuatan tekan (Annusavice, 2003).



*(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)*



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada Pembuatan Serbuk Gypsum Anhidrat parameter pembuatan yang dipilih adalah menggunakan massa 50 gram dengan radiasi gelombang mikro yang menggunakan daya input 540 watt selama 75 menit. Karena pada parameter ini memiliki gugus fungsi anhidrat dengan peak tajam yang dapat dilihat pada hasil FTIR. FTIR merupakan suatu teknik yang digunakan untuk mengetahui *fingerprint* dari sampel. FTIR dapat mendeteksi energi yang diserap oleh tiap gugus fungsi untuk bergetar. Selain itu memiliki persen yield yang tertinggi jika dibandingkan dengan parameter lain. Hasil analisa perhitungan densitas, solubilitas, dan berat molekul juga menunjukkan hasil yang serupa dengan standar dari gipsum anhidrat,
2. Terdapat adanya pengaruh rasio campuran antara gipsum dengan air (aquades) terhadap sifat mekanik dan setting time. Hal tersebut dibuktikan dengan perhitungan sampel 1-9 semakin memiliki rasio air banyak maka temperatur atas dan temperatur bawah memiliki rentang temperatur yang tidak terlalu jauh atau hampir sama temperaturnya. Sedangkan pada uji perhitungan waktu pada sampel 1-9, pembentukan dental gipsum dari sampel 1-9 memerlukan waktu 1 menit. Sedangkan untuk perhitungan water absorption pada sampel 1-9, semakin banyak kandungan air, semakin sedikit penyerapan air maka semakin sedikit



penyerapan air. Dan selama 5 hari tidak terlalu banyak air yang diserap air. Dan semakin sedikit kandungan air, maka semakin banyak penyerapan air tetapi kandungan air kembali sedikit lagi.

## 5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya ada beberapa saran yang dapat diperhatikan:

1. Untuk pengujian SEM, sebaiknya dilakukan pembuatan sampel dengan penambahan larutan agar bentuk dari morfologi, tidak terlalu banyak gumpalan pada gambar dari struktur mikro dental gipsum

## DAFTAR PUSTAKA

- Amun, A., Amrina, Edy, S., Panca, S, & Anita, K. 2007. *Pengaruh Suhu dan Ukuran Butir terhadap Kalsinasi Batu Gamping Kabupaten Agam pada Proses Pembuatan Kapur Tohor*. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 6(1) : 10 -13.
- Anderson & Brecevic. 1991. *Infrared Spectra of Amorphous and Crystalline Calcium Carbonate*. *Acta Chemica Scandinavica* 45 hal : 1018 - 1024.
- Annusavice K.J. Philips. 2003. *Philips Science of Dental Material* Edisi 11 hal 255 - 281
- A.K.Haghi & N.Amanifard. 2008. *Analysis of Heat and Mass Transfer During Microwave Drying of Food Products*. *Brazilian Journal of Chemical Engineering* Vol 25 No 03 hal : 491 – 501.
- Avijit Mondal,dkk.1991. *Microwave Heating of Pure Copper Powder with Different Particle Size and Porosity*. India : India. Institute of Techonology.
- Bambang Kuswanto. 2013. *Peningkatan Kekerasan Material Gypsum Setelah Mencapai Suhu / Temperatur Pengeringan*. *Jurnal Rekayasa Mesin* Vol 8 No 1 hal 1 - 5.
- Benton J. Runguist. 1992. *The Effect of Orthodontic Model Fabrication Procedures on Gypsum Material*. Louisville, Kentucky : University of Louisville.
- Chen, Y., Xianbing. J., dan Xiaobo. W. 2010. “*Microwave-Assisted Synthesis Of Spheroidal Vaterite  $\text{CaCO}_3$  in Ethylene Glycol–Water Mixed Solvents Without Surfactants*”. *Journal of Crystal Growth* 312. 3191-3197.



- Chun Lin He,dkk. 2013. *Calorimetry Study of Microwave Absorption of Some Solid Material*. Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy 47 (4) hal 251 - 261.
- Combe dkk, 1992. *Synthesis Of Partial Stabilized Cement - Gypsum As New Dental Retrograde Filling Material*. Materials Science and Engineering C Journal Vol 32 Hal: 1859 - 1867.
- Craig RG. *Restorative dental materials*. 13th Ed.Michigan :Departement of Biologic and Material Sciences; 2012.p.336-46.
- Davis WA. 1907 : *The nature of changes involved in the production and setting of plaster of Paris*. J Soc Chem Ind 26 : 727 -738.
- Dear WA, Howie RA, Zussman J. (1993) : *The rock - forming minerals, Second Ed, Longman Scientific & Technical, UK*.
- Dewi Sri. 2011. *Proses Impression Plaster Kalsium Sulfat Sebagai Cetakan*. Bogor : Institut Pertanian Bogor (IPB).
- Dr. Ramashanker. 2014. *Biocompatibility of Dental Material*. Department of Prosthodontic.
- Farzaheh Aghajani. 1998. *Additional Thermal Ekspansion of Gypsum – Bonded Investment by Rapid Heating*. Australia : The University of Sydney.
- Fitriyani S, Subhaini, Chismirina S. *Effect of water hardness to compressive strength on dental gypsum (type III and IV)*. KPPIKG 2009 15th Scientific Meeting & Refresher Course in Dentistry Faculty of Dentistry University Indonesia; 2009 Oct 14-17; Jakarta, Indonesia. Jakarta : FKG UI. p. 19-26.
- Grahmann VW . (1913 ) : *Perbandingan sulfat dari alkali tanah dan memimpin dalam suhu - diagram konsentrasi dengan*

- kalsiumsulfat dengan referensi khusus untuk dimorfisme dari anhidrit , colestin , barit dan anglesit . Majalah Pilihan Anorg Allegem Chem 81 : 257-314.
- Greish, Y.E. 2011. *“Phase evolution during the low temperature formation of stoichiometric hydroxyapatite-gypsum composites”*. Ceramic International Journal. 715-723.
- Hilda Trisna & Alimin Mahyudin. 2012. *Analisis Sifat Fisis dan Mekanik Papan Komposit Gypsum Serat Ijuk dengan Penambahan Boraks*. Jurnal Fisika Unand Vol 1 No 1 hal 1 - 7.
- Hasanah Dewi.2003. *Pengaruh Penambahan  $(\text{CaSO}_4)2\text{H}_2\text{O}$  pada Pembuatan Mahkota Gigi Die Stone*. Bandung: ITB.
- Hayes, Brittany L. 2004. *Recent Advances in Microwave - Assisted Synthesis*. AldrichimicaActa Vol 37 No 2.
- He dkk. 2013. Calorimetry Study of Microwave Absorption of Some Solid Materials. *Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy* 47 (4) hal: 251-261.
- Housova, J., Hoke, K. 2002. *Microwave Heating – the Influence of Oven and Load Parameters on the Power Absorbed in the Heated Load*. Czech Journal Food Science 20. 117-124.
- Hudaya, Rina. 2010. *Pengaruh Pemberian Belimbing Wuluh ( Averrhoa bilimbi) Terhadap Kadar Kadmium (Cd) Pada Kerang (Bivalvia) Yang Berasal Laut Belawan*. Skripsi Ilmu Kesehatan Masyarakat USU, Sumatera Utara.
- J. Stankowski,dkk. 1993. *Influence of Microwave Power on Magnetically Modulated Microwave Absorption in a Granular High - Temperature Superconductor*. Poland : Institute of Molecular Phycics.

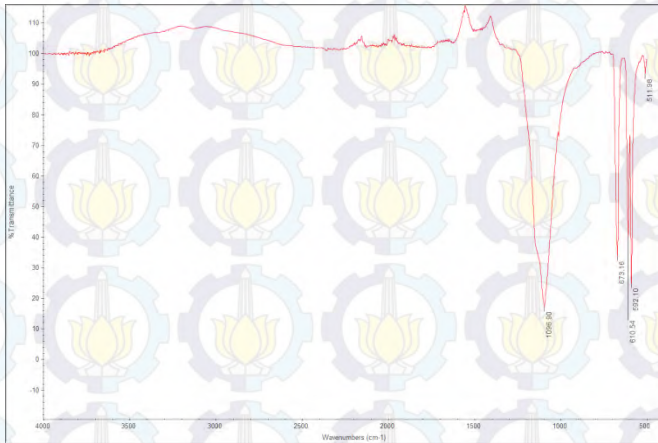
- Kuntoro dkk. 2010. *Verified Synthesis of Zeolite Materials Dental Stone*. Chemistry of Materials, 19, 3701- 3703.
- Lidstrom dkk. 2001. Microwave Assisted Organic Synthesis - A Review. *Tetrahedron* 57 hal: 9225 - 9283.
- Mandal & Tanuj, K. 2002. *Anion Water in gypsum ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) and Hemihydrate ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ ). Cement and Concrete*, 32 (2).
- MacKenzie dkk. 2009. *Separation and Purification Technology* 66 hal : 209 - 222.
- Mohamed dkk. 2012. *Decomposition Study of Calcium Carbonate*. Journal of Engineering Science and Technology Vol 7 No 1 Hal: 1 – 10.
- N. Standish, dkk. 1991. *Particle Size Effect in Microwave Heating of Granular Material*. Powder Technology 66 hal 225 - 230.
- O'Brien J, William. *Dental materials and their selection* 3rd ed. Canada : Quintessence Publishhing Co, Inc. 2002. p. 37-57
- Perreux L, Loupy, A., 2001, *A tentative rationalization of microwave effects in organic synthesis according to the reaction medium, and mechanistic considerations*, *Tetrahedron* 57, 9199–9223.
- Pollack, J. B., Toon. O. B., Khare. B. N. 1973. *Optical Properties of Some Terrestrial Rocks and Glasses*. *ICAPUS* 19. 372-389.
- Pradana, Amalia. 2010. *Candida albicans*. Jurnal Kedokteran Gigi.
- Prihastari, Lisa. 2011. *Dental material : Bahan ceramic dikedokteran gigi*. Jurnal Kedokteran Gigi Hal 9.



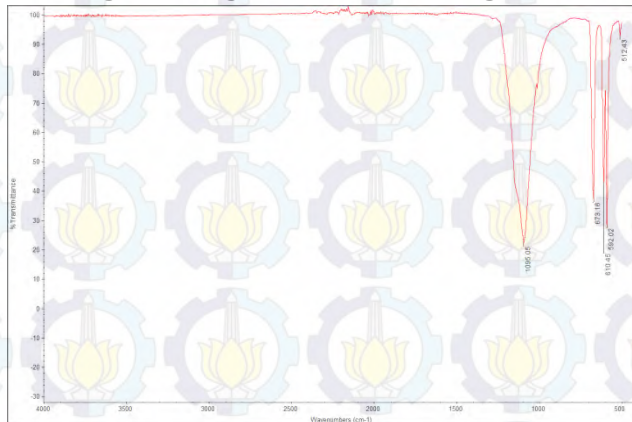
- Ratna Dianita, dkk. 2014. *Analisis Pemilihan Material Bangunan dalam Mewujudkan Green Building*. Journal FKIP UNS Vol 4 No 4 hal 1 - 10.
- Robert G. Craig and John M. Power.1997 *Synthesis Of Partial Stabilized Cement - Gypsum As New Dental Retrograde Filling Material*. Materials Science and Engineering C Journal Vol 32 Hal: 1859 - 1867
- Sadboedi Setya. 2010. *Study Dental Stone High Strength untuk Meningkatkan Setting Ekspansi Kekuatan Produk Gypsum*. Yogyakarta : UGM
- Saryati dkk. 2012. *Hidroksiapatit berpori dari Kulit Kerang*. Jurnal Sains Materi Indonesia ISSN : 1411-1098 hal 31 - 35.
- Satoshi Horikoshi ,dkk. 2014. *Efficient degassing of Dissolved Oxygen in Aqueous Media by Microwave Irradiation and The Effect of Microwave on Reaction Catalyzed by Wilkinson's Catalyst*. Radiation Physics and Chemistry 97 hal : 48 - 55.
- Saxena & Chandra. 2011. *Microwave Synthesis : a Physical Concept, Microwave Heating*. Europe : InTech.
- Siriprom, W. dan P. Limsuan. 2009. A biomonitoring study : Trace metals in *Amusium pleuronectes* shell from coastal area of Chonburi Province. Kasetsart J. (Nat. Sci.), 43(5):141-145.
- Sri ana dkk.2014. *Pengaruh Penambahan Kalsium Sulfat pada Pembuatan Model Gigi Tiruan*. Pekanbaru : Kampus Binawidya Pekanbaru.
- Stuart, B. 2004. *Infrared Spectroscopy Fundamentals and Applications* . New York : John Wikey & Sons, Ltd.

- Varma, R. S. 2001. *Solvent free Accelerated Organic Synthesis using Microwave*, *Pure Appl. Chem*, 73, 193-198, IUPAC.
- Vemer Vonster.2001. *The Effect of Microwave Radiation on Mineral Processing*. Birmingham : School of Chemical Engineering.
- Vyas, R., Moftah. A. I., Badr. A. I., Mohammed. H. E. 2008. *Compressive Strength Of Gypsum Product With Various Sulphate*. *Cairo Dental Journal* 24. 2:199-203.
- Weber, H. M. (1938, November 1). *United States Patent No.* 2134963.
- Zhang Li-ho,dkk. 2009. *Microwave Absorbing Properties of High Titanium Slag*. *Journal Cent. South Univ. Technol* hal ; 588 - 593.
- Zhu & Hang. 2013. *Microscopical and Physical Characterization of Microwave and Microwave - Hydrothermal Synthesis Products*. *Micron* 44 hal: 21 - 44.

## LAMPIRAN 1

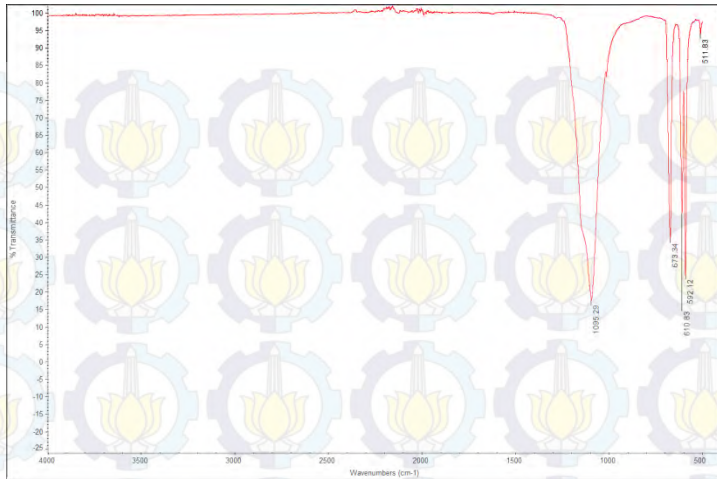


**Gambar 1. Spektrum FTIR serbuk cangkang kerang yang diradiasi gelombang mikro 75 menit 25 gram 540 watt**

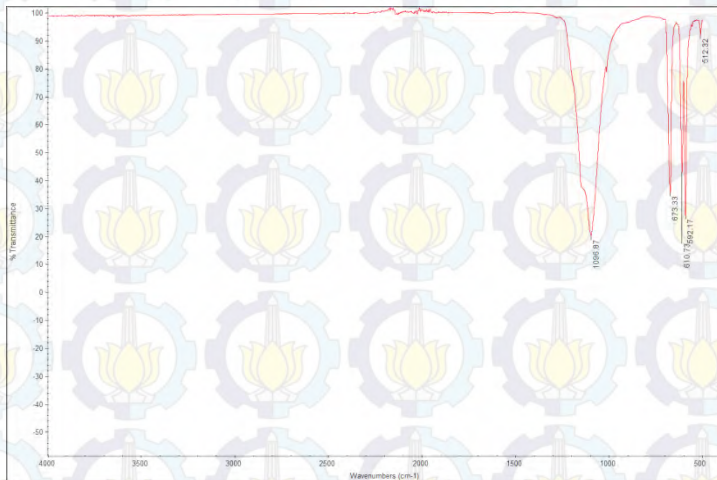


**Gambar 2. Spektrum FTIR serbuk cangkang kerang yang diradiasi gelombang mikro 75 menit 50 gram 540 watt**

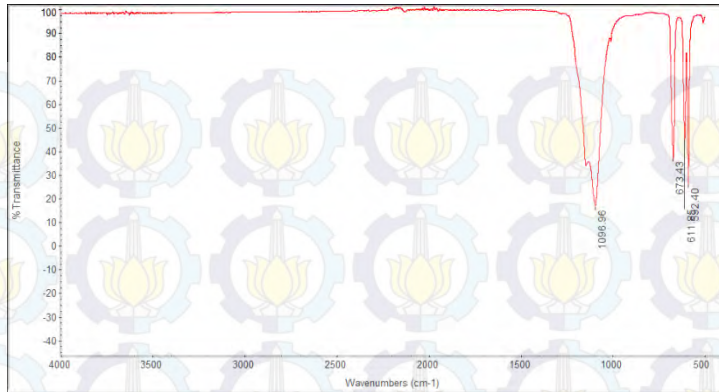




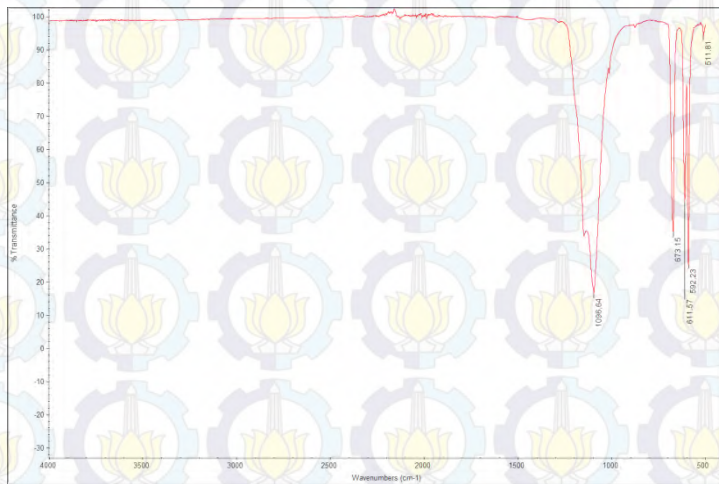
**Gambar 3. Spektrum FTIR serbuk cangkang kerang yang diradiasi gelombang mikro 75 menit 75 gram 540 watt**



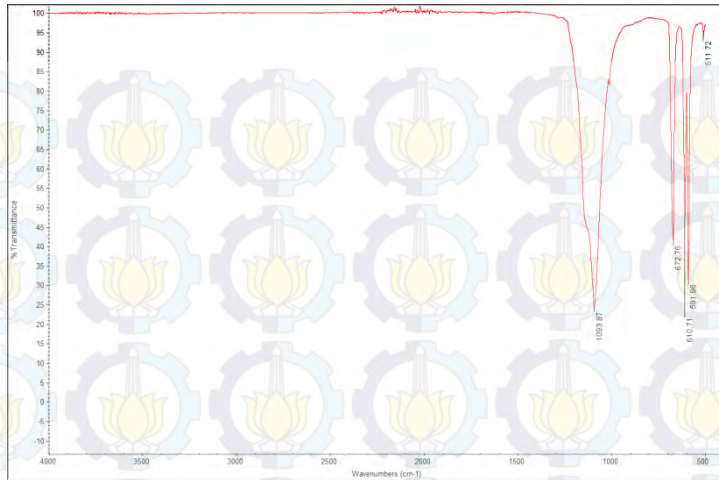
**Gambar 4. Spektrum FTIR serbuk cangkang kerang yang diradiasi gelombang mikro 90 menit 25 gram 540 watt**



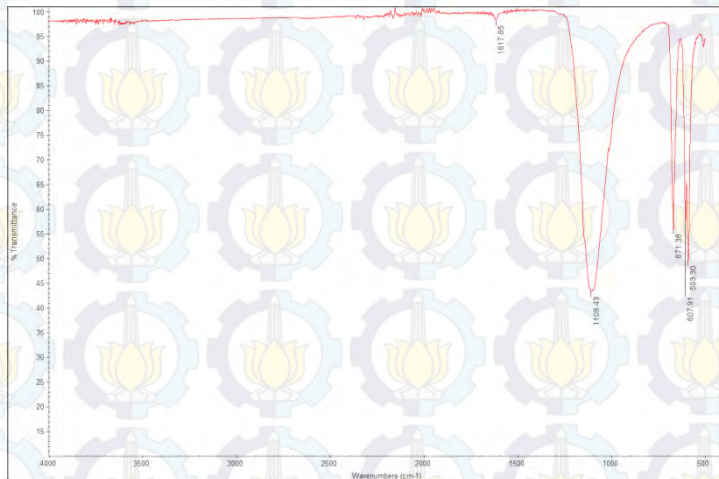
**Gambar 5. Spektrum FTIR serbuk cangkang kerang yang diradiasi gelombang mikro 90 menit 50 gram 540 watt**



**Gambar 6. Spektrum FTIR serbuk cangkang kerang yang diradiasi gelombang mikro 90 menit 75 gram 540 watt**

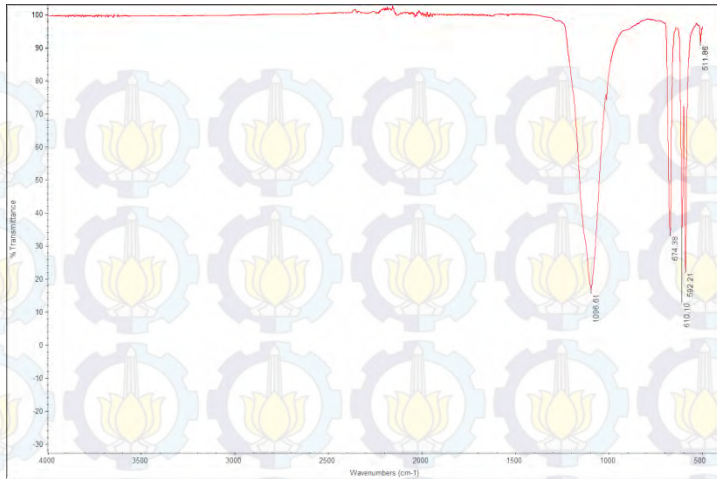


**Gambar 7. Spektrum FTIR serbuk cangkang kerang yang diradiasi gelombang mikro 75 menit 25 gram 720 watt**

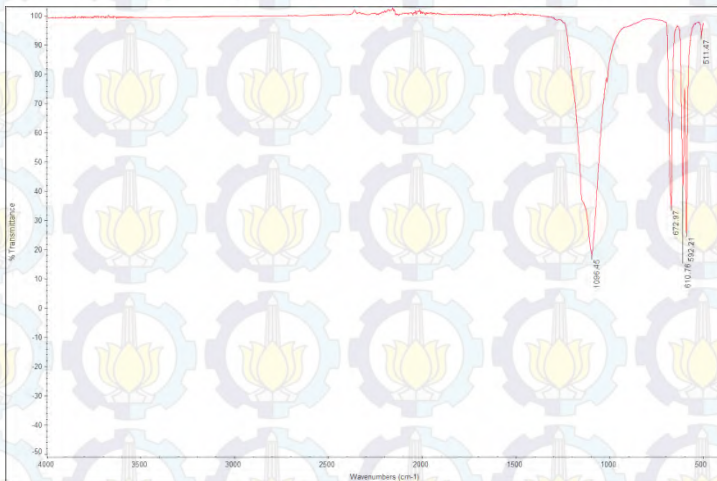


**Gambar 8. Spektrum FTIR serbuk cangkang kerang yang diradiasi gelombang mikro 75 menit 50 gram 720 watt**

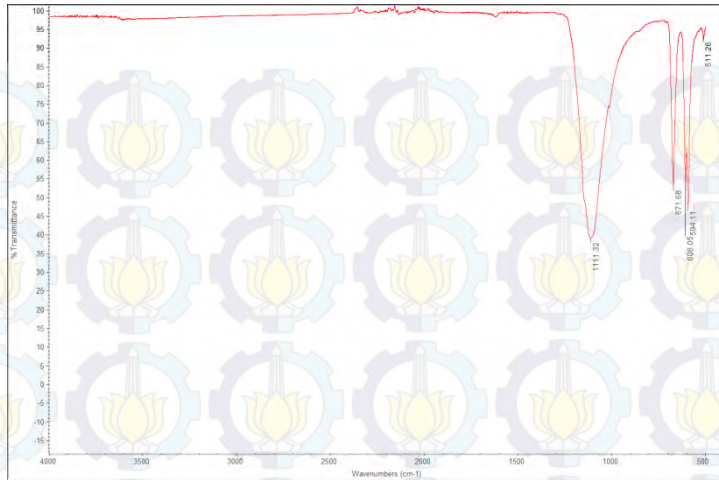




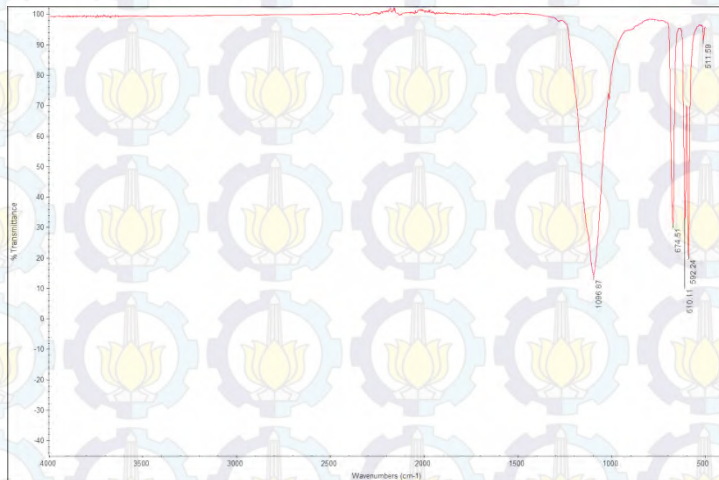
**Gambar 9. Spektrum FTIR serbuk cangkang kerang yang diradiasi gelombang mikro 75 menit 75 gram 720 watt**



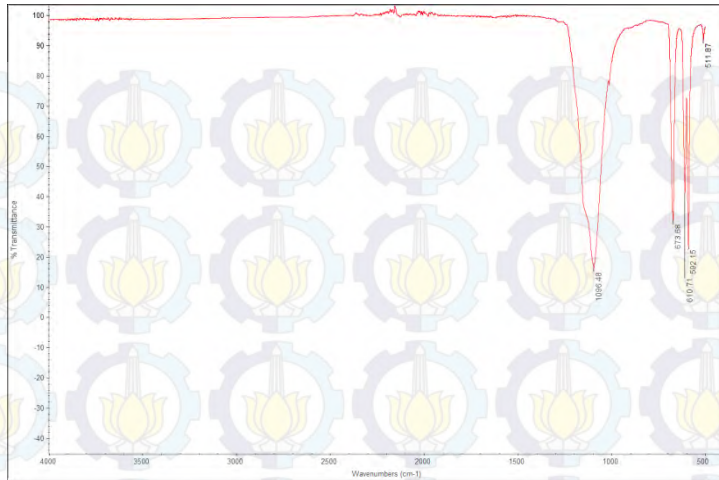
**Gambar 10. Spektrum FTIR serbuk cangkang kerang yang diradiasi gelombang mikro 90 menit 25 gram 720 watt**



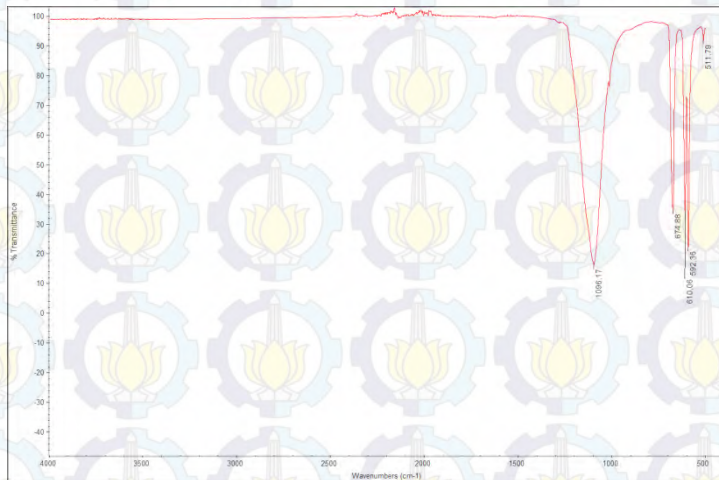
**Gambar 11. Spektrum FTIR serbuk cangkang kerang yang diradiasi gelombang mikro 90 menit 50 gram 720 watt**



**Gambar 12. Spektrum FTIR serbuk cangkang kerang yang diradiasi gelombang mikro 90 menit 75 gram 720 watt**

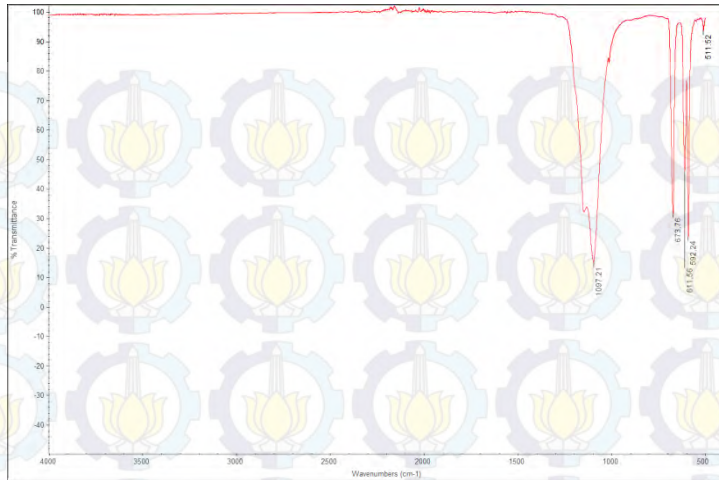


**Gambar 13. Spektrum FTIR serbuk cangkang kerang yang diradiasi gelombang mikro 75 menit 25 gram 900 watt**

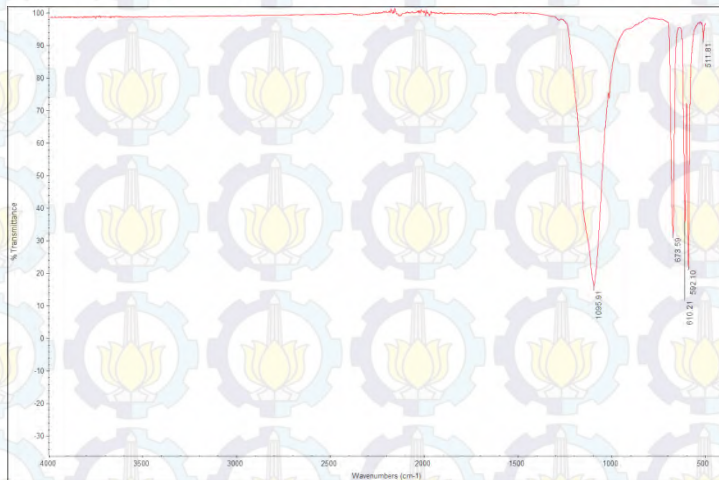


**Gambar 14. Spektrum FTIR serbuk cangkang kerang yang diradiasi gelombang mikro 75 menit 50 gram 900 watt**

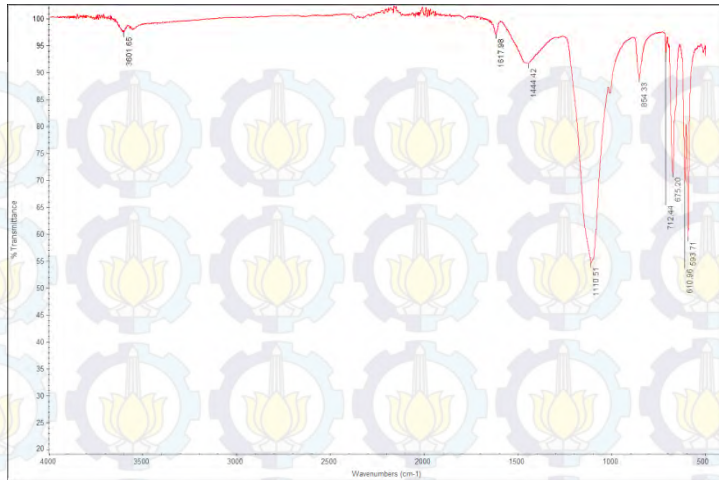




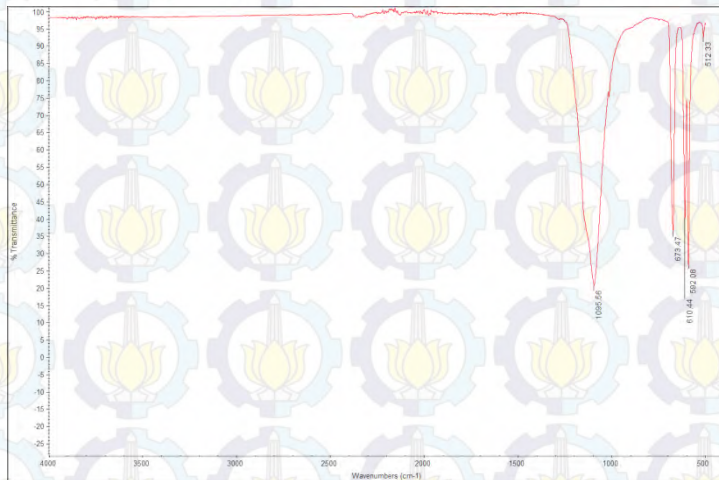
**Gambar 15. Spektrum FTIR serbuk cangkang kerang yang diradiasi gelombang mikro 75 menit 75 gram 900 watt**



**Gambar 16. Spektrum FTIR serbuk cangkang kerang yang diradiasi gelombang mikro 90 menit 25 gram 900 watt**



**Gambar 17. Spektrum FTIR serbuk cangkang kerang yang diradiasi gelombang mikro 90 menit 50 gram 900 watt**



**Gambar 18. Spektrum FTIR serbuk cangkang kerang yang diradiasi gelombang mikro 90 menit 75 gram 900 watt**

## LAMPIRAN 2

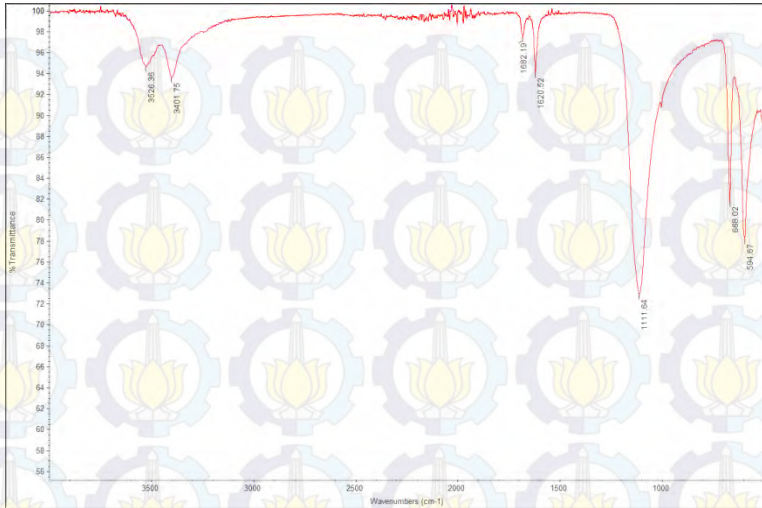
Massa	Daya	WAKTU	SERBUK	FLUIDA	FLUIDA SAMPEL	NSITAS	Rata
25	540	90	1.24	24.08	24.83	530612	3.16
			1.1	24.04	24.85	793103	
50			1.02	24.83	25.41	318182	2.40
			1.34	24.48	25.28	481481	
75			1.06	24.32	24.94	409091	2.39
			1.04	24.41	25.01	363636	
25	900	75	1	24.48	25.16	3.125	2.74
			1.04	24.34	24.94	363636	
			1.1	24.52	25.12	2.2	2.18
			1.04	22.42	22.98	166667	
75		90	1.06	24.53	25.18	585366	2.49
			1.08	24.4	25.03	2.4	



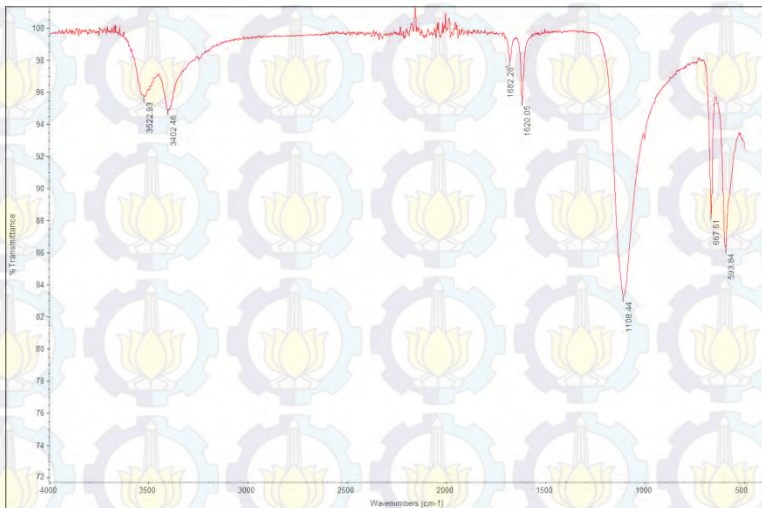
### LAMPIRAN 3

massa	daya	waktu	m.awal	m.akhir	kelarutan
25	540	75	0.5325	0.4568	0.14
		90	0.56	0.52	0.07
	720	75	0.52	0.4	0.23
		90	0.76	0.5	0.34
	900	75	0.58	0.48	0.17
		90	0.52	0.42	0.28
50	540	75			
		90	0.6	0.44	0.27
75	540	75	0.6266	0.553	0.12
		90	0.58	0.46	0.21
	900	90	0.6	0.42	0.3

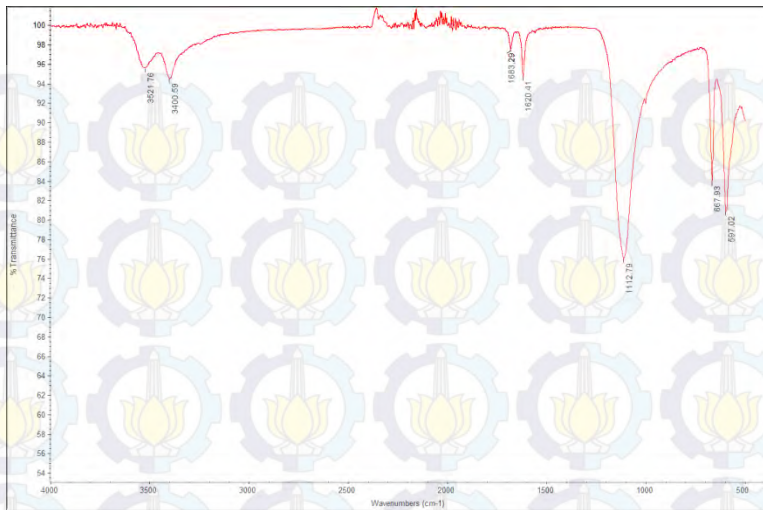
## LAMPIRAN 4



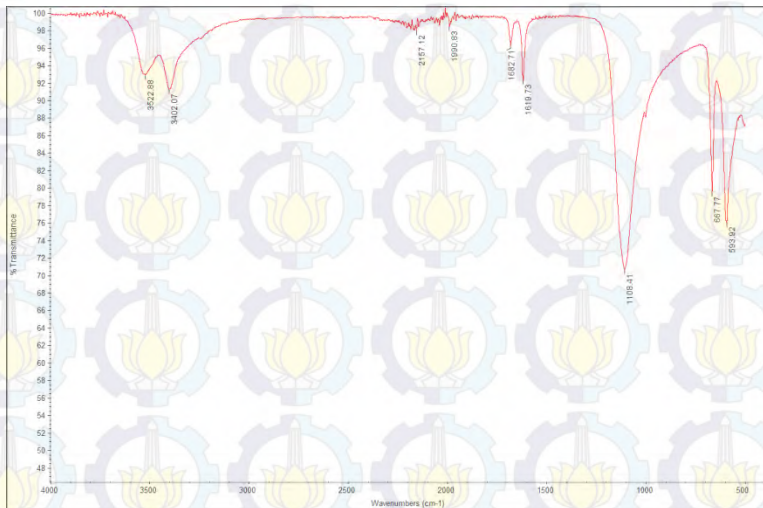
Gambar Hasil FTIR Dental Gypsum dengan Rasio Serbuk –Air  
0.45 ml



Gambar Hasil FTIR Dental Gypsum dengan Rasio Serbuk –Air  
0.47 ml

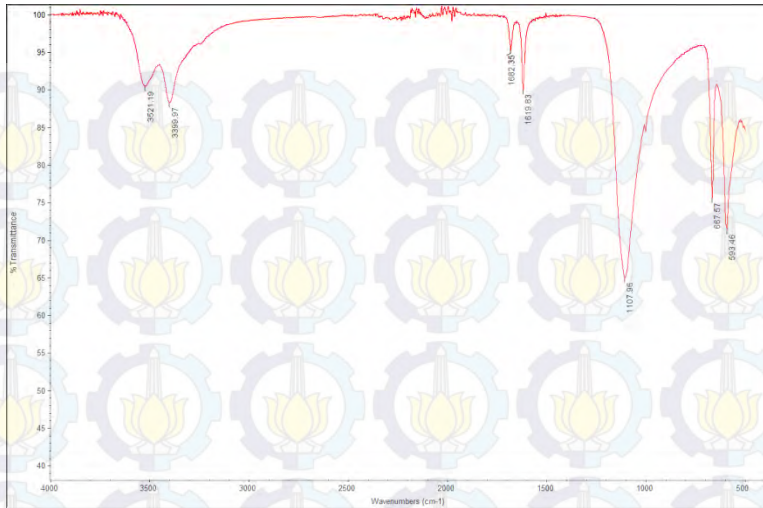


Gambar Hasil FTIR Dental Gypsum dengan Rasio Serbuk –Air  
0.50 ml

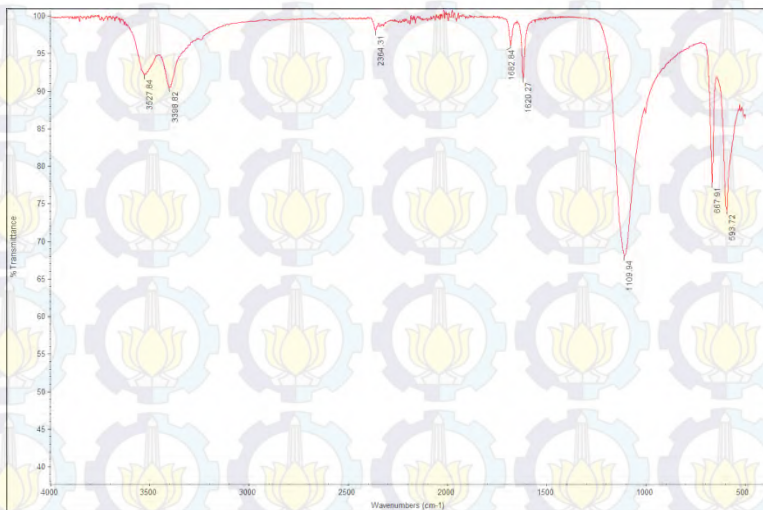


Gambar Hasil FTIR Dental Gypsum dengan Rasio Serbuk –Air  
0.28 ml

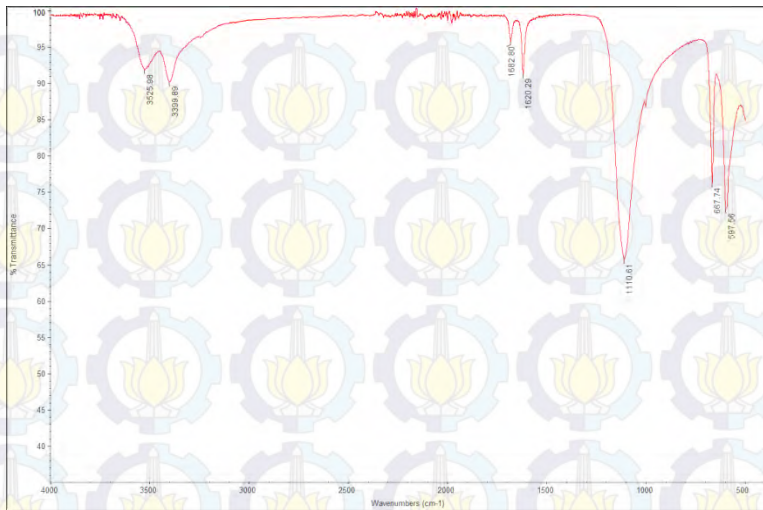




Gambar Hasil FTIR Dental Gypsum dengan Rasio Serbuk –Air  
0.29 ml



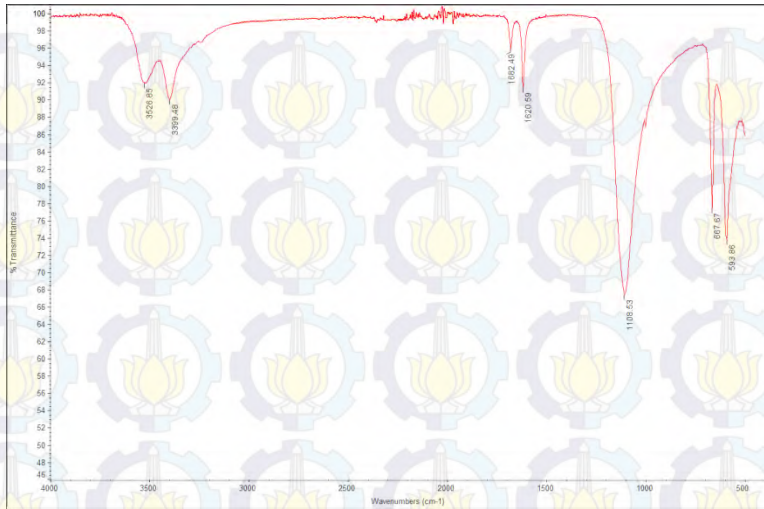
Gambar Hasil FTIR Dental Gypsum dengan Rasio Serbuk –Air  
0.30 ml



Gambar Hasil FTIR Dental Gypsum dengan Rasio Serbuk –Air  
0.22 ml



Gambar Hasil FTIR Dental Gypsum dengan Rasio Serbuk –Air  
0.23 ml



Gambar Hasil FTIR Dental Gypsum dengan Rasio Serbuk –Air  
0.24 ml



## LAMPIRAN 5

Tabel Analisa Temperatur dan Waktu Setting

Dental Gypsum (DG)	Variasi Rasio Serbuk - Air	Setting Temperatur (Menit)	Temperatur atas (°C)	Temperatur bawah (°C)
DG II	0.45	1	32.5	34.7
	0.47	1	29.7	31.6
	0.50	1	30.9	34.7
DG III	0.28	1	30.8	32.9
	0.29	1	32.0	32.6
	0.30	1	33.4	35.1
DG IV	0.22	1	33.4	33.9
	0.23	1	34.7	35.6
	0.24	1	35.8	35.9

## LAMPIRAN 6

Tabel Analisa Sifat Mekanik Rata - Rata Dental Gypsum

Dental Gypsum (DG)								
DG II 0.45	DG II 0.47	DG II 0.50	DG III 0.28	DG III 0.29	DG III 0.30	DG IV 0.22	DG IV 0.23	DG IV 0.24
50	64	68	77	150	180	205	220	230
50	64	69	80	175	197	210	224	240
60	67	74	82	180	198	216	226	250
53.4	65	70.4	79.6	168.3	191.6	210.4	223.4	240

## LAMPIRAN 7

Tabel Analisa Sifat Mekanik

<b>Dental Gypsum (DG)</b>	<b>P/W</b>	<b>Beban (Kg)</b>	<b>Luas Penampang (cm2)</b>	<b>Kekuatan Tekan (Kg/cm2)</b>
DG II	DG II 0.45	53.4	9	5.94
	DG II 0.47	65	9	7.3
	DG II 0.50	70.4	9	7.83
DG III	DG III 0.28	79.6	9	8.85
	DG III 0.29	168.3	9	18.7
	DG III 0.30	191.6	9	21.28
DG IV	DG IV 0.22	210.4	9	23.37
	DG IV 0.23	223.4	9	24.83
	DG IV 0.24	240	9	26.66



## LAMPIRAN 8

Tabel Analisa Water Absorption Dental Gypsum II 0.45 ml

Dental Gypsum (DG)	
Jam	Massa
0	1.02
24	3.36
48	1.09
72	0.82
96	1.96
120	1.52

Tabel Analisa Water Absorption Dental Gypsum II 0.47 ml

Dental Gypsum (DG)	
Jam	Massa
0	0.88
24	1.82
48	0.27
72	1.28
96	1.24
120	0.82

Tabel Analisa Water Absorption Dental Gypsum II 0.50 ml

Dental Gypsum (DG)	
Jam	Massa
0	0.74
24	2.7
48	0.56
72	1.58
96	1.54
120	0.52



Tabel Analisa Water Absorption Dental Gypsum II 0.28 ml

Dental Gypsum (DG)	
Jam	Massa
0	0.84
24	4.84
48	1.78
72	1.28
96	1.84
120	0.76

Tabel Analisa Water Absorption Dental Gypsum II 0.29 ml

Dental Gypsum (DG)	
Jam	Massa
0	1
24	2
48	1.12
72	0.44
96	2.02
120	0.96

Tabel Analisa Water Absorption Dental Gypsum II 0.30 ml

Dental Gypsum (DG)	
Jam	Massa
0	0.94
24	3.36
48	1.26
72	3.79
96	1.88
120	0.86



Tabel Analisa Water Absorption Dental Gypsum II 0.22 ml

Dental Gypsum (DG)	
Jam	Massa
0	1.08
24	1.82
48	3.01
72	1.26
96	1.82
120	0.86

Tabel Analisa Water Absorption Dental Gypsum II 0.23 ml

Dental Gypsum (DG)	
Jam	Massa
0	1.1
24	4.44
48	4.92
72	1.04
96	2.08
120	1.1

Tabel Analisa Water Absorption Dental Gypsum II 0.24 ml

Dental Gypsum (DG)	
Jam	Massa
0	0.52
24	4
48	2.76
72	1.78
96	1.38
120	0.34







## BIOGRAFI



Penulis bernama Tri Aprilina Kurniasari. Lahir di Surabaya, 28 April 1993. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Kalisari I No 242 Surabaya (1999 – 2005), SMP Muhammadiyah 5 Surabaya (2005 – 2008), SMA GIKI 3 Surabaya (2008 – 2011) dan Jurusan Teknik Material dan Metalurgi FTI – ITS melalui program SNMPTN Tulis tahun 2011 dan terdaftar dengan NRP 2711 100 052.

Di Jurusan Teknik Material dan Metalurgi, penulis aktif sebagai Staff BSO Material Techno Club HMMT ITS tahun 2012/2013 dan sebagai Staff Ahli BSO Material Techno Club HMMT ITS tahun 2013/2014.

Tugas akhir yang diambil penulis dalam bidang material inovatif adalah **“Pembuatan Gypsum Dental dari Limbah Organik (Cangkang Kerang) : Efek Rasio Serbuk - Air**

**Tri Aprilina Kurniasari**  
[triaprilina28@gmail.com](mailto:triaprilina28@gmail.com)

**082337318936**